

HANDBUCH

DER

CHEMISCHEN TECHNOLOGIE

UNTER MITWIRKUNG

VON

Direktor Th. Beckert, Dr. Bender, Dr. Benedict, Dr. Börnstein, Dr. Brand, Dr. Buntrock, Dr. Hecht, Dr. von Helmolt, Dr. Jurisch, Dr. Lange, Prof. Dr. Prausnitz

HERAUSGEGEBEN VON

Dr. O. DAMMER.

FÜNF BÄNDE.

III. Band.

MIT 288 IN DEN TEXT GEDRUCKTEN FIGUREN.

STUTTGART.
VERLAG VON FERDINAND ENKE.
1896.

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.

Inhaltsverzeichniss.

Sämmtliche Abschnitte dieses Bandes bearbeitet von Dr. A. Bender.

Fette und Oele.

Geschichte. Verwendung und Gewinnung der Fette und Oele lässt sich bis in die Zeiten des Alterthums verfolgen; insbesondere waren die Oelmühlen schon den Israeliten 700 v. Chr. bekannt; von ihnen lernten sie die Egypter, später die Griechen kennen (vergl. auch Seife und Kerzen).

Vorkommen. Die Fette und Oele, im Wesentlichen Gemische von Triglyceriden der Fettsäuren (vergl. Eigenschaften), finden sich im pflanzlichen und thierischen Organismus und bilden grossentheils eine Reserve an Nahrung: so ernährt das in den Samen abgelagerte Oel den Keimling, bis er ans Tageslicht kommt, und das hungernde Thier lebt wesentlich von dem im Gewebe aufgespeicherten Fett.

Wenngleich jede lebende Protoplasmamasse Fett enthält, so findet sich dasselbe doch bei der Pflanze vorzüglich im Samen und in der Frucht — beim Thier in den Zellen des Bindegewebes (Speck, Talg) und den Geweben der Knochen (Mark), sowie des Gehirns.

Ueber die Bildung des Fettes aus Kohlehydraten oder Eiweiss (Liebig, Voit)[2]) ist eine exakte Aufklärung noch nicht gegeben. Der Gehalt an Fett in genannten Sammelplätzen ist ein schwankender; während des Entwickelungsprozesses der Samen und Früchte ist die Oelmenge gering, steigt allmählich an und ist bei Fruchtreife am grössten.

Den Gehalt einiger Samen zeigt folgende Tabelle:

100 Thle. Samen von	enthalten Thle. Fett	100 Thle. Samen von	enthalten Thle. Fett
Reis	0,755	Linsen	2,401
Kastanien . . .	0,873	Gerste	2,631
Feigen	0,900	Eicheln	3,595
Ackerbohnen	1,597	Hafer	3,990
Weizen . . .	1,854	Mais	4,837
Schminkbohnen	1,955	Bittere Mandeln . .	28,000
Erbsen	1,966	Weisser Mohn . . .	42,949
Roggen	2,109	Süsse Mandeln . . .	54,000

Der mittlere prozentische Fettgehalt von technisch wichtigen Samen beträgt nach v. Wolff und Muspratt (III. 590), Vohl (D. 200. 237, 411):

Sonnenblumen	23,6
Leindotter	30,0
Baumwolle	30,3

[1]) Die Richtigkeit der Voit'schen Versuche wird von Pflüger (Arch. f. Phys. 1891. 41. 229) in Frage gestellt.

Hanf	33,6
Sesam	37,0
Leinsamen	37,0
M[illegible]	[illegible]
Mohn	41,0
[illegible]	41,2
Raps	42,5

Bodenbeschaffenheit, Dünger und andere Kulturverhältnisse haben Einfluss auf den Oelgehalt der Samen. Derselbe schwankt bei:

Hanf	zwischen	25,1	und	26,4 %	
Lein	"	25,7	"	27,1	"
[illegible]merrüben		31,4	"	41,5	"
[illegible]terrüben		32,4	"	42,[illegible]	"
[illegible]alraps	"	[illegible]	"	4[illegible],1	"
M[illegible]n		[illegible]	"	[illegible]	"

Die Zahlen obiger Tabellen geben die absoluten, im Laboratorium festgestellten Oelmengen, nicht diejenigen, welche die Praxis findet.

Eintheilung der Fette und Oele.

Eine scharfe Gruppirung ist auf diesem Gebiete in Folge mannigfacher Uebergänge und theilweise noch nicht völliger exakter Erforschung der Einzelkörper nicht durchzuführen.

Vom praktischen Gesichtspunkt aus ist die folgende, auch wissenschaftlich begründete Eintheilung empfehlenswerth:

I. Thierische Fette.
 1. Feste (vorwiegend Glyceride der Stearin- und Palmitinsäure, daneben solche der Oelsäure): Hammel-, Ochsentalg, Schweineschmalz, Gänsefett etc.
 2. Flüssige: Knochenöl (enthält insbesondere Oelsäureglyceride), Walfisch-, Haifisch-, Robbenthran, Leberthran etc. (vorwiegend vermuthlich Glyceride der Physetölsäure) [1].

II. Pflanzliche Fette.
 1. Feste (wie I. 1. zusammengesetzt): Kokosnussöl, Palmöl, Muskatbutter etc.
 2. Flüssige; Oele.
  a) Nicht trocknende (enthalten wesentlich Glyceride der Oelsäure und ihr ähnlicher Säuren): Oliven-, Olivenkern-, Senf-, Ricinus-, Mandelöl, Rüb-, Erdnuss-, Sesam-, Kottonöl etc.

---

[1]) W. Fahrion fasst die Ergebnisse seiner eingehenden Untersuchungen über die Thrane folgendermassen zusammen: Von festen Fettsäuren enthalten die Thrane weitaus vorwiegend Palmitinsäure. Von flüssigen enthalten sie keine der bis jetzt bekannten Säuren (Oel-, Linol-, Linolen-, Isolinolensäure), dagegen eine bis jetzt nicht bekannte Heptadecylensäure, die Asellinsäure $C_{17}H_{32}O_2$ und ferner als charakteristischen Bestandtheil, welcher ihre leichte Oxydirbarkeit bedingt, die mit den Linolensäuren isomere Jecorinsäure $C_{18}H_{30}O_2$. Sehr wahrscheinlich kommen aber ausser diesen noch eine oder mehrere andere ungesättigte Fettsäuren in den Thranen vor. Beispielsweise ist die Gegenwart einer mit der Linolsäure isomeren Fettsäure einigermassen wahrscheinlich. Da aber diese anderen Fettsäuren der Hazura'schen Regel nicht folgen, so lässt sich, ehe nicht weitere Untersuchungsmethoden bekannt sind, nichts Bestimmtes darüber sagen (Ch. Z. **1893**. 684).

b) Trocknende (enthalten wesentlich Glyceride der Leinölsäure und ihr ähnlicher Säuren): Lein-, Mohn-, Hanf-, Nussöl etc.

Den Fetten schliessen sich an:

III. Wachsarten.
Nicht Glyceride, sondern wesentlich Fettsäureester von einatomigen Alkoholen, wie Cetyl-, Ceryl- und Myricylalkohol; Insectenwachs, Walrat-, Carnaubawachs etc.

IV. Lanolin: Wesentlich Fettsäureester der einatomigen Alkohole Cholesterin, Isocholesterin und Cerylalkohol. — Im Wollfett vorkommend.

Gewinnung.

Allgemeines.

1. Die Methoden zur Gewinnung der Fette und Oele laufen darauf hinaus, durch einen Schmelz- (trocken oder mit Wasserdampf), einen Press- (kalt oder warm) oder einen Extraktionsprozess das Fett oder Oel abzuscheiden. Der erste Vorgang kommt wesentlich für thierische, die beiden anderen für Pflanzenfette in Betracht.

2. Stets ist es indessen erforderlich, durch eine mechanische Vorbehandlung die Zellwände, die das Fett umhüllen, zu zerreissen. Daher wird der Talg gehackt oder durch Walzen zerquetscht, und die Schalen der Oelsamen müssen durch Schlag- oder Quetschwerke zerdrückt werden.

3. Als letzte Operation der Gewinnung ist das Läutern, Raffiniren, der Rohöle anzuführen — die Befreiung derselben von vorhandenen Farbstoffen, Schleimtheilen, Zellresten etc. unter Zuhülfenahme geeigneter chemischer Agentien.

Thierische Fette.

Talg (Unschlitt).

Man unterscheidet im Handel zwei Sorten Talg: Rindstalg oder Ochsentalg (von Stieren, Ochsen, Kühen und Kälbern) und Hammeltalg oder Schöpsentalg (von Hammeln, Schafen und Ziegen). Der Talg von Ochsen und Schafen ist der beste.

Der rohe Talg (Rohunschlitt), wie er von den Schlächtern an die Talgschmelzereien, Kerzen- und Seifenfabriken abgeliefert wird, ist im Zellgewebe eingeschlossen und enthält noch grössere oder geringere Mengen Haut- und Bluttheile.

Man sortirt ihn häufig in den Rohkern und den Rohausschnitt.

Der Rohkern (Nierenfett) enthält die grösseren, zusammenhängenden Fettmassen, die man nach ihrer Lage im Thierkörper als Eingeweidefett (Bandelfett), Herzfett, Lungenfett, Stichfett (Fett der Halstheile), Taschenfett (Fett der Genitalgegend) und Netzfett unterscheidet.

Zum Rohausschnitt kommen die stark mit Blut- und Hauttheilen durchsetzten Abfälle, das Fett von den Beinen etc.

Der Rohkern wird meist bei 60 bis 65° ausgeschmolzen und nach einigem Stehen von den Verunreinigungen abgegossen. Das Produkt heisst Premier jus. Dann lässt man das Fett bei ca. 35° auskrystallisiren und presst bei dieser Temperatur ab; der Rückstand ist Prima-Presstalg, ein sehr geschätztes Rohmaterial der Kerzenfabrikation. Das abgepresste Fett ist das zur Kunstbutterfabrikation verwendete Prima-Margarin (Oleomargarin).

Der Rohausschnitt gibt ausgeschmolzen den Sekunda-Premier jus, der, wie Kernunschlitt behandelt, Sekunda-Press-Talg und Sekunda-Margarin — für die Seifenfabrikation — liefert.

Presst man den Talg bei niedrigerer Temperatur ab, so erhält man das bei gewöhnlicher Temperatur flüssige Talgöl (Huile de suif, Tallow oil).

Kann das Rohunschlitt nicht direkt in eine Fabrik abgeliefert werden, so wird das Gesammtfett von den ganzen Thieren meist in kleinen Seifensiedereien über freiem Feuer oder mit Dampf ausgeschmolzen und bildet dann das Handelsunschlitt. Ist auch hier eine Sortirung vorgenommen worden, so unterscheidet man Kernunschlitt und Ausschnittunschlitt.

In den Handel kommen somit: Geschmolzenes Unschlitt, Presstalg und Margarin (vergl. Benedict l. c.).

Da die im Rohtalg enthaltenen Zellhäute etc. eine baldige Fäulniss desselben veranlassen, so empfiehlt sich eine möglichst schleunige Verarbeitung. Man vermeidet zuweilen die Fäulniss, die von widrigen Gerüchen begleitet wird, indem man den Rohtalg mit karbolsäurehaltigem Wasser gehörig benetzt. Da die schnelle Verarbeitung in der Praxis nicht immer möglich ist, ergeben sich viele Uebelstände (s. w. u.).

1. Zerkleinern des Talgs. Zunächst ist es erforderlich, den Talg zu zerkleinern, resp. die Zellgewebe zu zerreissen. Bei nicht erfolgter vorheriger Zerreissung der Zellhäute müsste man so stark erhitzen, dass eine theilweise Zersetzung des Fettes eintritt oder die Zellhäute an der Kesselwand anbrennen. Wenn man das Ausschmelzen dagegen mit überhitztem Dampf vornimmt, so wird der Prozess sehr in die Länge gezogen. Beim Arbeiten im Kleinen bedient man sich zum Zerkleinern wohl eines Wiegemessers oder einer der Häckselmaschine ähnlichen Vorrichtung.

Da hierbei der gewünschte Zweck nur unvollkommen erreicht wird (die zwischen zwei Schnittflächen liegenden Zellen bleiben unversehrt), so lässt man den Talg durch zwei geriefte Walzen gehen, die sich mit ungleicher Geschwindigkeit drehen, damit die Zerquetschung der Zellen durch eine Zerrung der Zellwände befördert wird.

Vortheilhaft arbeitet man mit hohlen Walzen, die von innen mit Dampf geheizt werden und das Quetschgut gleich in das Schmelzgefäss fallen lassen.

2. Das Schmelzen des Talgs erfolgt entweder direkt über freiem Feuer (trockenes Schmelzen) oder unter Zuhülfenahme von Wasser resp. Wasserdampf (nasses Schmelzen). Unter Umständen

bezweckt man durch Schmelzen unter Zusatz geeigneter Chemikalien eine Zerstörung der Zellhäute behufs besserer Ausbeute; auch sucht man hierbei gleichzeitig die Entwickelung übelriechender Gase einzuschränken.

a) Trockenes Schmelzen. Zu diesem einfachen, aber mit vielen Uebelständen verbundenen Verfahren wird der zerkleinerte Talg in einen offenen cylindrischen Kessel gegeben, der so eingemauert ist, dass das Feuer nur seinen flachen Boden bestreicht. Man erwärmt allmählich unter ständigem Rühren mit einem Stab, damit sich nicht Zell- und Gewebesubstanzen am Boden ablagern und dort anbrennen, wodurch der Talg einen unangenehmen Geruch erhalten würde. Ist die Siedetemperatur des Wassers erreicht, so geräth die ganze Masse ins Kochen

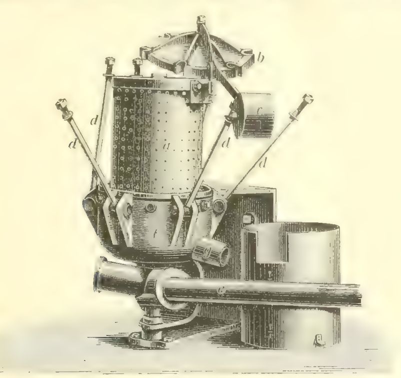


Fig. 1. Griefenpresse von Rost.

und verbleibt in diesem Zustand, bis das Wasser verjagt ist; alsdann zeigt sich ein ruhiges Fliessen der Masse bei klarer Oberfläche, und man kann — nachdem das Feuer gedämpft ist — die Klärung vornehmen. Zu dem Ende senkt man einen Kessel mit Siebwänden in das Schmelzgefäss und schöpft das in diesem sich ansammelnde, von Griefen freie Fett durch ein Filter — einen grobleinenen Sack — in einen geeigneten Behälter. Als solche werden häufig hölzerne oder blecherne abgestumpfte Kegel von wechselnder Grösse verwendet, in denen man den Talg zu einem Block von ca. 50 kg erstarren lässt.

Im Kessel bleiben die Zell- und Gewebetheile in zusammengeschrumpfter Form als Griefen oder Grieben zurück. Dieselben enthalten noch wesentliche Mengen Fett, von denen man einen Theil durch Pressen des als Filter dienenden Sackes erhält. Den Rest gewinnt man zweckmässig mittelst der Griefenpresse. Fig. 1 zeigt eine Konstruktion von C. E. Rost in Dresden (D.R.P. Nr. 14455).

Der durchlöcherte Presskorb *a* wird mit den Griefen gefüllt und durch den Deckel *b* verschlossen, der mit Gegengewicht *c* an einem Hebel balancirt und mittelst sechs Verbindungsbolzen *d* festgehalten wird. (Der äussere Mantel ist in der Figur abgehoben.) Zum Pressen dreht man die Pressspindel mittelst eines hölzernen Drehbaumes *e*; das ausgepresste Fett gelangt in eine Schüssel *f* und fliesst durch einen Ausguss *g* ab. Nach beendigter Pressung wird der Deckel geöffnet, worauf man durch die Pressspindel den Presskuchen leicht heben und entfernen kann.

Der Apparat wird am Fussboden oder an der Wand befestigt; der von zwei Mann mit der Presse hervorgerufene Druck beträgt 1500 kg.

Selbst unter Anwendung der stärksten hydraulischen Drucke gelingt es indessen nicht, die Griefen völlig zu entfetten. Dieselben bieten daher ein beliebtes Fütterungsmittel für Schweine, Hühner etc. Auch zur Darstellung von Blutlaugensalz dienen sie in Folge des hohen Stickstoffgehaltes. Im letzteren Falle extrahirt man indessen erst das Fett durch Schwefelkohlenstoff.

Da der nicht völlig frische Talg bei dem Schmelzprozess einen unerträglichen Geruch, der von der Zersetzung der Zell- und Gewebesubstanz herrührt, entwickelt, so sind vielfache Konstruktionen angegeben, um jene übelriechenden Gase unschädlich zu machen, welche so häufig der Nachbarschaft von Talgschmelzereien zu Beschwerden Anlass geben.

Am einfachsten erreicht man den gewünschten Zweck, indem man den Kessel mit einem eng anschliessenden Deckel versieht, der eine eben hinreichende Oeffnung für das Rührscheit hat und durch eine Röhre mit einem sehr gut ziehenden Schornstein in Verbindung steht. Ist letztere Bedingung nicht erfüllt, so entweichen natürlich auch Dämpfe aus dem Loch für den Rührer.

In anderen Fabriken hat man den halbkugelförmig gestalteten Deckel des Kessels an der höchsten Stelle mit einer Röhre verbunden, welche die aus dem Kessel entwickelten Gase in die Feuerung führt. Eine zweite Oeffnung des Deckels gestattet, den Talg einzutragen und auszuschöpfen.

Dass man im Grossen in dieser Weise — bei exaktem Betrieb — die Gase völlig unschädlich machen kann, hat Foucon in der Fabrik von Arlot & Co. in La Villette (D. **159**, 276), gezeigt. Er leitet dieselben aus 16 mit Hauben bedeckten Schmelzkesseln mittelst Schläuchen in einen einzigen Kanal, der sie unter das weissglühende Gewölbe eines kleinen Ofens führt; letzterer steht unmittelbar mit dem 33 m hohen Fabrikschornstein in Verbindung. Im Ofen sind die Räume zur Verbrennung des Koks und der Gase getrennt, damit sie einzeln regulirt werden können.

Für kleinere Betriebe empfiehlt Vohl (D. **198**, 29), die Dämpfe erst dadurch geruchlos zu machen, dass sie über gelöschten Kalk, dann über mit Schwefelsäure befeuchteten Bimsstein geleitet werden, worauf sie unter den Rost der Feuerung treten. Da der Kessel keine Rühröffnung erhält, so ist zur Verhütung des Anbrennens der Griefen am Boden ein Sieb angebracht, auf dem sich dieselben ansammeln.

Kurz (D.R.P. Nr. 21201) hat einen ähnlichen Apparat konstruirt.

Stein's (D. 136. 225; 143. 217) Vorschlag, die Gase im Kessel dadurch geruchlos zu machen, dass man sie eine mehrere Centimeter hohe Schicht gleicher Volumen Holzkohle und Kalkhydrat passiren lässt, ist mit Erfolg nur durchzuführen, wenn man einen Kessel mit doppeltem Boden anwendet. Eine Oeffnung zum Rühren darf nicht angebracht werden, da aus ihr die ungereinigten Dämpfe entweichen würden; ferner muss bei jeder Schmelzung das Absorptionsmittel erneuert werden, wodurch der Prozess natürlich zu theuer wird.

Die Unvollkommenheit des Ausschmelzens mit direktem Feuer führte zu dem Schmelzen mit Dampf, das ein Arbeiten im hermetisch geschlossenen Kessel gestattet. Das trockene Verfahren dürfte kaum noch in rationell arbeitenden Talgschmelzereien in Anwendung sein.

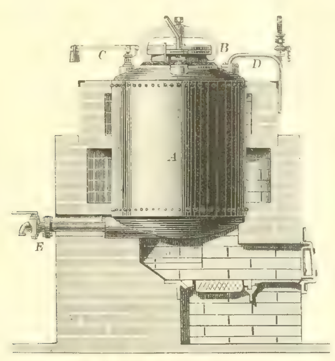


Fig. 2. Talgschmelzkessel von Rost.

b) Nasses Schmelzen. Bei der Verwendung des Dampfes zum Talgschmelzen erzeugt man diesen entweder im Schmelzapparat oder man leitet ihn aus einem besonderen Kessel ein, wobei man den Dampf mit einer geschlossenen Schlange einführt, resp. ihn aus einem mit feinen Oeffnungen versehenen Rohr auf das Fett ausströmen lässt; in letzterem Fall ist er auf 180 bis 200° überhitzt und steht unter 1,5 bis 2 Atm. Druck. Während die Dampferzeugung im Kessel für kleinere Fabriken Vortheile bietet, gestattet das andere Verfahren einen ökonomischeren Betrieb, da der Dampf beliebig abgestellt werden kann, und verhindert ausserdem ein Ueberhitzen des Talges.

Eine Konstruktion der ersten Art zeigt der Talgschmelzkessel mit hermetischem Verschluss von C. E. Rost & Co. in Dresden (Fig. 2), der zum Schmelzen mit direktem Feuer dient. In den mit geeigneter Einmauerung und Feuerungsgarnitur versehenen Kessel *A* wird durch das Mannloch *B* das Fett nebst Wasser eingefüllt; durch einen unten

befindlichen Hahn *E* wird das geschmolzene Fett und Wasser abgelassen, während die Griefen durch das Mannloch entfernt werden. *C* ist das Sicherheitsventil, *D* das Dampfzuleitungsrohr für das Manometer. Die Kessel werden in Dimensionen von 500 bis 3000 l und für einen Ueberdruck bis zu 5 Atm. geliefert, doch sind 3 bis 3,5 Atm. im Allgemeinen schon ausreichender Druck.

Wenn man andererseits durch Zuleiten von gespanntem Dampf den Talg schmilzt, so legt man in den cylinderförmigen Kessel im Allgemeinen eine Dampfschlange in geeigneter Lage derart, dass deren oberste Windung sich in zwei Dritteln der Höhe befindet und die unterste am Boden des Kessels heraustritt; hierdurch wird ein ständiger Abfluss des Kondenswassers bewirkt. Der Boden des Gefässes ist nach aussen gewölbt und enthält an der tiefsten Stelle ein Rohr zum Fettablassen; über diesem befindet sich ein Siebboden, der die Griefen aufsammelt; eine in gleicher Höhe befindliche, hermetisch verschliessbare Thür gestattet die Entfernung der letzteren. Behufs Verhütung von Wärmeverlust wird der Apparat zweckmässig mit einem Holzmantel bekleidet.

Bei den Apparaten von Wilson, Buff (D. **176**. 143) u. a. kommt der zugeführte Dampf mit dem Fett selber in Berührung und wird also in offener, nicht wie oben in geschlossener Röhre zugeführt.

Auf den sinnreichen, allerdings komplizirten Apparat von Lockwood & Everitt (D. **213**. 493), in welchem die beim Schmelzen entstehenden übelriechenden Gase gleich verbrannt werden, sei verwiesen. Er kombinirt gewissermassen die beiden zuerst genannten Verfahren, insofern das Fett nebst Wasser in den zu heizenden Kessel kommt, in welchen aus einem besonderen Kessel direkter Dampf eingeleitet wird.

Der Apparat von Fouché (W. J. **1856**. 384) zeigt ein ähnliches Prinzip.

Die beim Dampfschmelzen ebenfalls entstehenden übelriechenden Gase verbrennt man im Allgemeinen. Hierbei empfiehlt es sich, die Gase nicht unter den Rost zu leiten, da sonst der Zug wesentlich verringert wird, sondern sie oberhalb des Feuers an der heissesten Stelle des Herdes zu verbrennen. Gellhorn & Flottmann (D.R.P. Nr. 7211) waschen die Dämpfe erst mit Wasser, ehe sie dieselben unter die Dampfkesselfeuerung leiten. Müller & Co. (D.R.P. Nr. 19783) saugen die Gase mittelst Luftpumpe aus dem Schmelzgefäss und kondensiren sie dann.

c) Schmelzen unter Zusatz von Chemikalien. Durch Zusatz geeigneter Chemikalien — Schwefelsäure oder Aetznatron — sucht man einerseits eine höhere Ausbeute zu erzielen, insofern die Zellwände gelockert werden — andererseits die üblen Gerüche zu vermeiden. Ersteren Zweck hat man erreicht, letzteren nur unvollkommen.

Nach d'Arcet (D. **31**. 37) schmilzt man 100 Thle. Talg mit 50 Thln. Wasser und 1 Thl. Schwefelsäure vom SG. 1,848 zusammen. Hat man einige Zeit bis zum Kochen der verdünnten Schwefelsäure erhitzt, so schwimmt alles Fett oben, während die Griefen sich talgfrei erweisen. Der schlechte Geruch bei Verwendung von altem Talg zeigt sich hier wie oben. Der Uebelstand des Verfahrens ist, dass die von Schwefelsäure durchdrungenen Griefen als Viehfutter wesentlich minderwerthig geworden sind.

(Die Werthlosigkeit derselben als Viehfutter bestreitet Thalmann [Die Fette und Oele]; mit anderem Futter gemischt, sind sie nach ihm ohne Nachtheil an Schweine zu verfüttern.)

Evrard (D. **120**. 204) kocht 300 Thle. Talg mit 200 Thln. Wasser und 1 Thl. calcinirter Soda. Nach Stein (D. **136**. 227) werden jedoch nicht allein die erwähnten übelriechenden Gase entwickelt, sondern man erhält auch — da der Talg unvollständig ausschmilzt — eine schlechte Ausbeute.

Rorard wendet auf 1000 Thle. Talg 100 bis 200 Thle. Wasser und 1 Thl. Aetznatron an; auch hierdurch wird die Gasentwickelung nicht vermindert, aber die Ausbeute wird grösser; andererseits gehen jedoch die Griefen verloren.

Das Schmelzen mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure — zum Läutern und Bleichen vieler Fette (s. w. u.) verwendet — schränkt zwar die Gasentwickelung ein und zerstört schnell die Zellsubstanzen, empfiehlt sich aber der Kostspieligkeit halber nicht.

3. Raffiniren des Talges. Wenn der Talg genügende Zeit geschmolzen und gut filtrirt ist, so bedarf er für viele Zwecke — wie für die Seifenfabrikation — keiner weiteren Behandlung mehr. Zur Gewinnung besonders guter Seifen oder von Kerzen oder für Speisezwecke ist noch eine Läuterung erforderlich, die auf die Entfernung der noch vorhandenen festen Substanzen sowie auf eine Entfärbung hinausläuft.

In einfacher Weise ist der gedachte Zweck dadurch zu erreichen, dass man den Talg über kochendem Wasser schmilzt und längere Zeit umrührt. Zu dem Ende kann man sich eines Rührwerkes bedienen oder auch mit einer in den Kessel eingesetzten Pumpe Talg und Wasser ansaugen und ersteren dann in Form eines Regens wieder in den Kessel zurückspritzen.

Nach Beendigung des Kochens wird der Talg durch dichte Leinwand in einen Cylinder filtrirt, der mit heissem Wasser umgeben ist, damit der Talg genügend dünnflüssig bleibt.

Um die gelbe Farbe des Talges zu verdecken, setzt man ihm auch wenige Tropfen von mit Oel abgeriebenem, fein gepulvertem Indigo zu.

Zur chemischen Läuterung sind eine grosse Anzahl Vorschläge gemacht worden.

Gelber, fauliger Talg wird geruchlos und weiss, wenn man 1000 Thle. mit 20 Thln. Wasser, 10 Thln. konzentrirter Schwefelsäure und 5 Thln. Kaliumbichromat kocht.

Nach Cappacioni (D. **144**. 398) zerrührt man 7 Thle. Bleizucker in 1000 Thln. Talg, lässt abkühlen, so dass das Fett noch eben flüssig bleibt, und fügt unter kräftigem Rühren 1 Thl. Terpentinöl und 15 Thle. Weihrauch zu. Für die Kerzenfabrikation soll sich das Verfahren empfehlen.

Bourgey (W. J. **1875**. 1048) erwärmt 1000 Thle. Talg mit 300 Thln. Wasser und 10 Thln. konzentrirter Schwefelsäure zum Schmelzen und setzt dann 10 Thle. gepulverten Braunstein hinzu. Nach dem Ablassen der Manganlösung wird die Fettmasse noch mit 10 Thln. Oxalsäure behandelt. Auch für andere Fette wird dieses Verfahren empfohlen.

Cambacères (D. 163. 454) schmilzt den Talg mit 50 % Salpetersäure von 5° Bé. unter kräftigem Umrühren resp. Luftdurchblasen. Der Talg soll durch dies Verfahren zugleich härter werden.

An Stelle von Salpetersäure ist zu demselben Zweck auch Schwefelsäure verwendet worden, durch welche theilweise Verseifung eintritt. Ferner hat man eine Mischung von Schwefelsäure und Salpetersäure vorgeschlagen.

Wie Säuren, so werden auch Alkalien mit Vortheil zur Läuterung von riechendem, ranzigem Talg verwendet. Castelhaz (W. J. 1871. 856) emulgirt 100 Thle. Talg mit einer Lösung von 4 Thln. Soda in 120 Thln. Wasser, kocht auf und scheidet den Talg durch Zusatz von 400 Thln. Wasser wieder ab. Die wässerige Lösung wird vom Fett getrennt und der Prozess — je nach der Reinheit des Fettes — 2 bis 3 Mal wiederholt; dann wird mit weichem, kalkfreiem Wasser — eventuell unter Zusatz von wenig Salzsäure, gewaschen. (Die Laugen werden auf Fettsäuren verarbeitet.)

Ausser den erwähnten Methoden sind noch vielfach andere unter Verwendung von Alaun, Salmiak, Weinstein, Borax, Hausenblase etc. angegeben, die sich wegen ihrer Kosten oder Unzulänglichkeit nicht bewährt haben.

Jolles und Wallenstein (Zeitschr. f. Nahrungsm.-Unters. u. Hygiene. 5. 134) haben die üblichen Bleichmethoden für thierische Fette in folgende Gruppen eingetheilt:

1. Bleichung durch Absorption des Farbstoffes; hierher gehört das Bleichen mit Knochenkohle, Thierkohle, Thon u. s. w. Diese Methode führt immer zum Ziele, wenn entsprechende Mengen von Bleichpulvern zugesetzt werden.

2. Bleichung durch Reduktion des Farbstoffes durch schweflige Säure, Magnesiumpulver mit Wasserdämpfen, Eisen und Salzsäure; diese Methode gelingt der Veränderung wegen, die die Fette hierbei erleiden, niemals und verdient deshalb keine Beachtung.

3. Bleichung durch Oxydation des Farbstoffes mit Baryum- oder Wasserstoffsuperoxyd, Ozon, Kaliumpermanganat u. s. w.; diese Methode gelingt immer.

4. Bleichung des Fettes durch Fällung des Farbstoffes mittelst bestimmter Zusätze; es ist den genannten Forschern nicht gelungen, einen Stoff zu finden, der, im Fett gelöst, sich mit dem Farbstoff verbindet und sich mit demselben unlöslich abscheidet.

Für die Praxis verdienen nur die Absorptions- und die Oxydationsbleiche Berücksichtigung. Bei der ersteren Methode werden Geruch und Geschmack des Fettes fast gar nicht verändert, und die angewandten Bleichpulver können immer wieder regenerirt werden. Dagegen muss man das Fett von dem Absorptionsmittel gewöhnlich durch Filtration trennen, wodurch etwas Verlust entsteht. Die Oxydationsbleiche wird nach den Erfahrungen der Verfasser am zweckmässigsten mit Kaliumpermanganat ausgeführt: man löst 10 g Kaliumpermanganat in 0,5 l Wasser und 10 g Schwefelsäure gleichfalls in 0,5 l Wasser; beide Lösungen werden gemischt und genügen, um 40 kg Fett zu entfärben. Um Spuren des durch Entfärbungsprozesse gebildeten Mangandioxyds aus dem Fette zu entfernen, welche den Fetten einen Stich ins Gelbe bis Gelbbraune ertheilen, genügt es, etwas schweflige Säure einzuleiten, deren

Ueberschuss durch Erwärmen beseitigt wird. Nach der Absorptionsbleiche mittelst Thierkohle haftet den Fetten zuweilen ein schwacher Geruch an, der in der Praxis unter der Bezeichnung „schwerer Geruch" bekannt ist, während die Fette bei der Oxydationsbleiche öfter einen sogen. metallischen Geruch annehmen.

Knochenfett.

Die Knochen bilden das Rohmaterial zur technischen Bereitung von Fett, Leim, Knochenmehl und Knochenkohle.

Zur Fettgewinnung verwendet man mit Vortheil nur Röhrenknochen, die das fetthaltige Mark enthalten; angefault dürfen dieselben noch nicht sein.

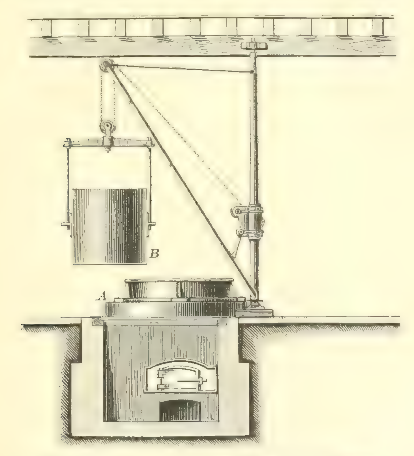


Fig. 3. Apparat zum Entfetten der Knochen durch Auskochen.

Nachdem man in geeigneten Knochenbrechern eine Zerkleinerung vorgenommen hat, findet die Entfettung statt:

a) durch Auskochen mit Wasser,

b) durch Erhitzen mit gespanntem Wasserdampf (Dämpfen),

c) durch Extrahiren mit Benzin etc.

Das erste Verfahren liefert zwar nur 3 bis 4 % Ausbeute, aber das Fett wird mehr geschätzt als das nach b) erhaltene. Seines schlechten Geruches halber ist das extrahirte Fett noch geringwerthiger, dafür ist jedoch die Ausbeute um 5 bis 6 % höher und die Knochen erleiden nicht — wie bei a) und b) — einen Verlust an Leim.

a) Auskochen. Eine zweckmässige Konstruktion zum Entfetten durch Auskochen hat J. Pallenberg (München) angegeben (Fig. 3).

Auf geeignetem Herd befindet sich der Entfettungskessel *A*, der zur Hälfte mit Wasser gefüllt wird, welches man durch direkte Feuerung oder Dampf zum Sieden bringt; hierauf wird der mit Knochen gefüllte eiserne Korb *B* mittelst des Krahns in das siedende Wasser gesenkt und das ausschmelzende, sich an der Oberfläche abscheidende Fett abgeschöpft. Ist die Entfettung beendet, so wird der Korb mittelst des Krahnes hochgehoben und durch Umkippen entleert.

Bei einem Durchmesser von 1,4 m des Gefässes *A* lassen sich in 12 Stunden 4- bis 5000 kg Knochen entfetten.

Um den Knochen nicht zu viel Leim zu entziehen, benutzt man die erhaltene Leimbrühe immer wieder, so lange sie nicht zu dickflüssig geworden ist; hierbei findet zugleich eine Ersparniss an Brennmaterial statt, weil die heisse Brühe nicht von neuem erhitzt zu werden braucht.

b) Zum Dämpfen werden die gut zerkleinerten Knochen in einem geschlossenen grossen cylindrischen Kessel aus Eisenblech erhitzt, in den man Dampf einströmen lässt, bis ein Druck von 2 bis 5 Atm. erreicht ist, den man mehrere Stunden anhalten lässt.

Der Dämpfer ist mit doppeltem Boden versehen oder enthält einen siebartigen Cylinder, der die Knochen aufnimmt; er wird mit Wasser gefüllt. Nach geeigneter Einwirkung des Dampfes lässt man die Leimbrühe ab, auf der das Fett schwimmt. Zweckmässig verwendet man die Brühe für eine neue Operation.

c) Das Extraktionsverfahren mit Benzin etc. wird weiter unten besprochen.

Raffiniren des Knochenfettes. Wie bereits angegeben, besitzt das Fett je nach der Herstellungsweise verschiedenartige Beschaffenheit.

Das Sudfett ist schwach bräunlich und enthält neben freien Fettsäuren und Neutralfett wenig Kalkseife, Cholesterin, milch- und buttersauren Kalk sowie Kohlenwasserstoffe. Es ist leichter geruchlos

[illegible]	Wasser	Asche	Fettsäuren	Verseifungszahl	Jodzahl	Erstarrungspunkt d. Fettsäuren	Olein	Stearin
1. Kessel- oder Naturwaare von besserem Aussehen	1,20	0,31	93,20	187,0	57,2	39,0	59,18	34,02
2. Kessel- oder Naturwaare	0,47	0,94	94,40	194,3	56,0	40,2	58,69	35,71
3. Mit Benzin extrahirt .	0,58	0,56	94,12	193,8	52,0	40,9	54,34	39,78
4. Naturwaare aus Steppenknochen	0,84	2,40	86,10	172,0	50,3	42,65	48,08	38,02
5. Mit Benzin extr., aus Steppenknochen . . .	0,78	1,25	91,30	188,7	51,5	40,75	52,20	39,10
6. Mit Benzin extr., aus Warschau . . .	0,85	1,76	91,00	181,0	54,8	40,0	55,36	35,64
7. Mit Benzin extr., aus Ohlau	1,82	1,52	92,40	185,6	55,8	40,1	57,24	35,16
8. Mit Benzin extr., aus [illegible] . . .	0,91	1,06	92,85	187,0	55,2	40,9	56,90	35,95
9. Naturwaare aus Pferdeknochen . . .	1,52	1,82	91,50	184,0	62,7	36,1	63,69	27,81

zu machen und zu bleichen als das Extraktionsfett, das dunkler bis fast schwarz gefärbt ist und von den oben angeführten Verunreinigungen wesentlich grössere Mengen enthält. Troicky (Ch. Z. Rep. 1890. 239) untersuchte mehrere Knochenfette; die Resultate sind in vorstehender Tabelle zusammengestellt.

Die Knochenfette 2. und 3. wurden aus in Petersburg gesammelten Tischknochen, 1. und 5. aus lange gelagerten, theilweise verwitterten Steppenknochen, 6. nach dem veränderten Seltsam'schen Verfahren (s. w. u.), 7. und 8. mittelst überhitzten schweren Benzins erhalten.

Zum Raffiniren können die beim Talg erwähnten Methoden dienen. Mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure lässt sich ein völlig geruchloses Fett erhalten. Auch mit Salpeter- und Schwefelsäure sind günstige Resultate erreicht worden.

Krätzer (W. J. 1886. 950) bleicht das Fett, indem er 500 kg bei 70 bis 75° mit 5 kg einer 30grädigen Sodalauge, die 2.5 kg Salz enthält, mischt und dann mehrere Stunden stehen lässt. Das abgesetzte Fett wird mit 2.5 kg Kaliumbichromat und 7.5 bis 10 kg Salzsäure gemischt, bis der Schaum weiss ist, und hierauf mit heissem Wasser resp. Dampf gewaschen. (Vergl. auch Dullo, D. 177. 83).

Aus der erhaltenen schmalzartigen bis öligen Masse gewinnt man durch Auspressen resp. Ausfrierenlassen ein festeres Fett und ein sehr kältebeständiges Oel.

Klauenöl.

Man befreit die in den Schlachthäusern gesammelten Füsse von Rindern, Pferden etc. durch Waschen von Blut und Schmutz, entfernt die Sehnen und legt sie dann in so viel kochendes Wasser, dass sie eben davon bedeckt sind. Nach einer Viertelstunde nimmt man sie heraus, schneidet die Hufe ab und spaltet die Füsse, um die Zehen von dem grossen Knochen zu trennen, der sein Fett leichter abgibt. Letzterer wird mit Dampf gekocht und erstere mit der erhaltenen Flüssigkeit anhaltend über freiem Feuer oder auch unter Druck erhitzt. Das nach dem Erkalten an der Oberfläche sich abscheidende Fett trennt man in einen flüssigen und einen schmalzartigen Bestandtheil. Ersterer — womöglich noch abgekühlt und abgepresst — liefert ein sehr kältebeständiges, geschätztes Schmieröl.

Die Gewinnung des Pferdefettes und Schweineschmalzes bietet nichts Eigenartiges.

Thrane.

Den Rohstoff für die Darstellung der Thrane liefert der Speck der Walfische, Robben, Delphine, Haifische, ferner die Leber des Kabeljaus, Dorsches, Lengfisches etc.

Die aus den gefangenen Thieren ausgeschnittenen Speckseiten werden entweder schon auf dem Schiff, nachdem sie zerhackt sind, durch Erwärmen auf 100° ausgelassen oder man transportirt sie zur Verarbeitung in die Häfen. In letzterem Fall tritt eine Fäulniss unter Bildung des für den widerlichen Geruch der Thrane charakteristischen Körpers Phonicin ein und das Zellgewebe des Speckes wird derart zerstört, dass das Rohöl beim Aufbewahren des Speckes in Fässern mit Siebboden abfliesst. Ein Wal liefert 6000 bis 20000 kg Thran.

Zur Reinigung des Rohthranes erwärmt man ihn längere Zeit auf 100°, worauf die Verunreinigungen zu Boden fallen und man das klar gewordene Oel vom Bodensatz abziehen kann.

Da der Thran nicht wie die vegetabilischen Oele Eiweiss, sondern Leim enthält, so setzt man ihm zu dessen Entfernung unter Erwärmen eine Brühe von Gerberlohe, Catechu oder anderen gerbstoffhaltigen Substanzen zu. In anderen Raffinerien schlägt man den Leim durch Kupfervitriol, Bleizucker, Alaunlösung etc. nieder, wodurch die Kosten natürlich grösser werden.

Zur Entfernung der sehr übelriechenden Zersetzungsprodukte mischt man mit einer wässerigen Chlorkalklösung und lässt das Oel sich klären. Der spezifische Thrangeruch wird hierbei nicht vernichtet.

Der Leberthran wird vorzugsweise vom Kabeljau und Dorsch geliefert. Die alte unrationelle Methode — die Leber in Fässer mit durchlöchertem, von grünen Zweigen bedecktem Boden zu bringen und durch die Sonnenwärme ausschmelzen zu lassen — ist meist verlassen und man verwendet jetzt in der Regel geschlossene Gefässe, die mit gespannten Dämpfen erhitzt werden.

Auf diese Weise wird ein mild schmeckender Thran erhalten, den man durch Abkühlen von noch vorhandenen festen Fettantheilen befreit und hierauf filtrirt (Oleum jecoris aselli albissimum vapore paratum).

Nach einem P. Möller (Christiania) patentirten Verfahren (Ind. Bl. 1891. 389; nach der Ph. Z. ist das Verfahren schon früher angegeben worden) wird die leicht eintretende Oxydation der Thranfettsäure beim Ausschmelzen des Thrans aus Dorschlebern dadurch verhindert, dass man die atmosphärische Luft aus den Schmelzgefässen durch ein indifferentes Gas, z. B. Wasserstoff oder Kohlensäure, verdrängt. Man leitet auch noch während des Schmelzprozesses einen langsamen Strom des Gases in die Lebermasse, um die in ihr selbst noch zurückgehaltene, allmählich frei werdende Luft völlig auszutreiben, und lässt schliesslich den Thran unter Ausschluss der Luft in dem indifferenten Gas erkalten. Das Verfahren stützt sich auf Untersuchungen, welche ergeben haben, dass der auch dem besten medizinischen Leberthran immer noch anhaftende sogen. „Thrangeschmack" Oxyfettsäuren zuzuschreiben ist, welche sich beim Ausschmelzen der Leber an der Luft aus Fettsäuren des Thrans durch Absorption von Sauerstoff bilden. Der nach dem neuen Verfahren dargestellte Dorschleberthran enthält die in der Leber vorhandenen Fettstoffe im ursprünglichen unveränderten Zustande.

Das Spermacetiöl (Walrathöl) ist im Kopf des Pottwales enthalten. Kurze Zeit, nachdem es ausgeflossen ist, trübt es sich und scheidet einen festen Antheil, das Walrath (s. Wachse), aus, von dem das Spermacetiöl abgepresst wird, worauf man es zur Reinigung (Bindung von Fettsäuren, Zerstörung von Zellsubstanzen) mit wenig verdünnter Kalilauge kocht.

Pflanzliche Fette.

Feste Fette.

Die festen vegetabilischen Fette stammen wesentlich von tropischen Pflanzen und sind in der Fettindustrie von grosser Bedeutung.

Palmöl.

Dieses wichtige tropische Fett wird aus dem Fleisch der gelbrothen Früchte von Elaeis guineensis (Avoira elais, Oelpalme) gewonnen, die im tropischen Westafrika heimisch ist und in Amerika verwildert vorkommt (Meyer, A. P. 222. 713; Tissandier, W. J. 1869. 1139).

An Ort und Stelle bereitet man das Palmöl durch Auskochen oder Pressen des Fruchtfleisches, während die fettreichen Kerne nach Europa exportirt werden, wo aus ihnen das Palmkernöl ausgepresst oder mit Schwefelkohlenstoff etc. (s. w. u.) extrahirt wird.

Bleichen des Palmöles. Die Bedeutung des Fettes ist durch die Leichtigkeit, mit der es zu bleichen ist, erhöht worden. In festem Zustand wird das gelbe Palmöl bei Luft- und Lichtzutritt farblos; indessen wird dies Verhalten praktisch nicht verwerthet, da man nach Pohl's Vorschlag (D. 135. 140) durch das Erhitzen des Fettes in bequemster Weise den Bleichprozess durchführen kann: Das Oel wird in gusseisernen Kesseln möglichst rasch auf 240° erhitzt und 10 Minuten bei dieser Temperatur erhalten. Den Kessel füllt man wegen der starken Ausdehnung des Oeles nur zu zwei Dritteln und bedeckt ihn. Bei 115° scheint das Oel — in Folge des vorhandenen Wassergehaltes — zu kochen, fliesst aber über 180° wieder ruhig; bei 140° bilden sich saure, stechende Dämpfe, die nicht nach Akroleïn riechen und zumal bei noch höherer Temperatur die Umgebung stark belästigen. Der Verlust ist im Grossen — man kann 500 bis 600 kg auf einmal verarbeiten — 0,2 bis 1 %; der anfänglich bemerkbare brenzliche Geruch des Oeles verliert sich und es tritt wieder der charakteristische Veilchengeruch hervor.

Das Bleichen mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure stellt sich bis 10 mal so theuer als das Pohl'sche Verfahren (D. 181. 414).

Rougier's Verfahren (D. 152. 80) der Bleichung mit Braunstein und Salzsäure hat sich praktisch nicht bewährt.

Kokosöl.

Das Oel entstammt den Fruchtkernen der Kokospalme, Cocos nucifera, die weit verbreitet in den Tropen vorkommt.

In Malabar und Ceylon wird das Oel durch Auspressen oder Kochen der von ihren Hüllen befreiten, zerkleinerten Früchte (Kokosnüsse) gewonnen. Der feste, ölhaltige Eiweisskörper der Fruchtkerne, Copra, Copperah, wird getrocknet in grossen Mengen nach Europa importirt, wo das Oel, von welchem er bis zu 68 % enthält (Nallino, B. 5. 731), extrahirt wird.

Wird das Kokosöl durch kaltes, mässiges Auspressen (s. w. u.) gewonnen, so ist es fester als wenn man bei höherer Temperatur und grösserem Druck arbeitet, weil das Fett kein einheitlicher Körper ist, sondern ölartige und butterartige Verbindungen enthält.

Nach dem Verfahren von Jeserich und Meinert (D.R.P. Nr. 19819) wird das Oel folgendermassen gereinigt: Man leitet in das geschmolzene Fett unter ständigem Rühren 2 bis 3 Stdn. lang Wasserdampf von 6 bis 8 Atm. Druck ein. Hierauf ist das Oel geruchlos, die flüchtigen Fettsäuren sind verjagt und die nicht flüchtigen werden durch

lebhaftes Verrühren mit etwa 0,25 % Magnesia neutralisirt. Nach etwa 10 Minuten wird die ganze Masse in ein mit Rührwerk versehenes Gefäss gebracht, das zur Hälfte mit warmem Wasser gefüllt ist, und dort gewaschen. Die Magnesiaseife und überschüssige Magnesia wird von der Oberfläche des Fettes entfernt, dieses mehrfach mit warmem Wasser gewaschen und dann durch Umschmelzen entwässert. Das Fett kommt zum Ersatz der Butter als Kokosnussbutter in den Handel.

Das von P. Müller & Söhne (Mannheim) zu Speisezwecken empfohlene Fabrikat ist eine völlig neutrale, rein weisse Masse mit einem Gehalt von 99,979 % Fett, die zum Kochen und Braten empfohlen werden kann. Die Verseifungszahl ist 260,55; die Reichert'sche Zahl 3,83; die Hübl'sche Zahl 8,82.

Mafurrah-Talg.

Aus Madagaskar kommen neuerdings Kerne von Trichilia emetica in grossen Mengen in den Handel, die bis zu 65 % Fett liefern.

Auch unter dem Namen Oelsamen der Barineger vom Weissen Nil werden sie importirt (Beschreibung s. Höhnel und Wolfbauer, D. 252. 337).

Kakaobutter.

Die Früchte von Theobroma Cacao, in Westindien und Südamerika gebaut, die Kakaobohnen, enthalten die Kakaobutter in wechselnder Menge; Caracas oder Neugranada liefert besonders fettreiche Schoten.

Man nimmt das Entölen der Samen fast überall dadurch vor, dass man dieselben gut mahlt und hierauf zwischen warmen Platten mittelst hydraulischer Pressen auspresst.

Die aus der Presse abfliessende rohe Kakaobutter ist von gelber Farbe und wird meist nur durch Kochen mit Wasser gereinigt. Auch der eigenthümliche Geruch der Frucht verschwindet hierbei und die Butter wird geschmacklos. 1 kg Bohnen liefert 300 bis 360 g Fett.

Muskatbutter

stammt von Myristica moschata (Molukkeninseln, Ost- und Westindien) und wird durch Auspressen der Früchte, Muskatnüsse, gewonnen.

Lorbeerfett

wird aus den frischen oder getrockneten Früchten von Laurus nobilis (Südeuropa), den Lorbeeren, hergestellt. In frischem Zustand quetscht man die Früchte und kocht sie mit Wasser aus; im trockenen werden sie zwischen warmen, eisernen Platten gepresst. In letzterem Fall erhält man ca. 20 % Ausbeute.

Vateriafett, Pineytalg, Malabartalg

ist erst seit 1851 in Europa eingeführt worden. Es stammt aus den Samen des indischen Kopalbaumes, Vateria indica, welche neuerdings als Butterbohnen viel importirt und namentlich in England durch Pressen verarbeitet werden (Höhnel u. Wolfbauer, D. 252. 333).

Ueber:

a) Aouaraöl von Astrocaryum vulgare, dem Palmöl ähnlich, s. Wiesner (Rohstoffe des Pflanzenreiches, Leipzig 1873. 201);
b) Craböl, Andirobaöl von Carapa guianensis s. Wonfor (Z. 1870. 862), Wiesner (l. c. 206);
c) Otobafett, amerikanische Muskatbutter von Myristica Otoba s. Uricoechea (A. 91. 369);
d) Oelnussfett aus Oelnüssen von Myristica surinamensis s. Reimer und Will (B. 18. 2011);
e) Bicuhibafett, der Muskatbutter ähnlich, aus Ucuabanüssen von Myristica Bicuhiba s. Nördlinger (B. 18. 2617) und Stutzer (W. J. 1887. 1184);
f) Japanisches Wachs, Japantalg von Rhus succedanea (keine Wachsart) s. Wiesner (l. c. 231);
g) Chinesischer oder vegetabilischer Talg von Stillingia sebifera s. Rawes (Buchner's Rep. Pharm. 14. 162);
h) Sheabutter, Galam-, Choorie-, Phulwarahbutter von Bassia-Arten s. Deite (D. 231. 168);
i) Illipeöl, Mahwabutter, Mola, Madhuka, ebenfalls von Bassia-Arten, s. Valenta (D. 251. 461);
k) Borneotalg von Hopea-Arten s. Henkel (J. pr. [2] 36. 515), Geitel (J. pr. [2] 36. 516);
l) Kokumöl von Garcinia purpurea (W. J. 1885. 1084);
m) Dika, Adika von Irwingia Barteri s. Oudemans (J. pr. 81. 356).

Noch zahlreiche andere tropische Pflanzen liefern Samen, welche des hohen Fettgehaltes wegen Verwendung in der Technik gestatten. und es erscheinen in Folge dessen jährlich neue Fette auf dem Markt.

Oele.

In den Pflanzen finden sich die Oele vorzugsweise in den Samen, ferner in den fleischigen Theilen der Früchte, in den Wurzeln nur selten. Am meisten Oel liefern die Kruciferen, dann die Drupaceen, Amentaceen und Solanaceen.

Die prozentische Zusammensetzung verschiedener Samen resp. Früchte zeigt folgende Tabelle nach Bornemann:

Samen oder Frucht	Wasser	Asche	Oel	Organische Substanz	Davon Eiweissstoffe
1. Baumwolle:					
Aegyptische Saat	7,54	8,60	23,95	59,91	27,20
Amerikanische Saat	8,12	9,44	20,58	61,86	28,12
2. Erdnuss:					
Frische Saat	7,37	2,43	37,84	52,36	27,25
Aeltere Saat	2,75	2,50	41,63	53,12	27,85
3. Hanf:					
Deutsche Saat	8,65	3,45	33,60	54,30	15,95
Russische Saat	9,13	4,50	31,42	54,95	15,00

Samen oder Frucht	Wasser	Asche	Oel	Organische Substanz	Davon Eiweissstoffe
4. Lein:					
Winterlein . .	8,65	3,15	35,20	53,00	22,10
Sommerlein . .	7,80	3,20	31,60	57,40	24,00
5. Leindotter . .	7,50	6,42	29,50	56,58	25,30
6. Mandeln:					
Süsse { frisch enthülst	9,53	2,86	51,42	38,19	22,50
Süsse { [illegible]	3,76	3,70	53,30	39,24	23,00
Bittere . . .	5,50	3,20	42,80	48,50	32,16
7. Mohn:					
Weiss	8,85	3,42	55,62	32,11	16,89
Schwarz	9,50	4,00	51,36	35,14	17,50
8. Oliven:					
Fleisch . . .	24,22	2,68	56,40	16,70	1,10
Stein	4,20	4,16	5,75	85,89	2,50
Samen	6,20	2,16	12.26	79,38	2,16
9. Ricinus:					
Italienische Saat	8,00	2,93	52,62	36,45	20,50
Indische Saat . . .	7,26	3,40	55,23	34,11	19,26
10. Rübsaat:					
a) Kohlsaat	2,06–10,00	3,50–4,90	33,22–43,00	42,10–58,36	18,20–22,30
b) Raps:					
Sommerraps .	9,14	4,12	35.00	51,48	2,20
Winterraps, frisch	9.10	4,80	36,80	49,30	2,50
„ zweijährig	5,25	4,36	39,25	51,14	4,20
c) Rübsen:					
Sommerrübsen	10,15	3,40	33,82	52,63	2,41
Winterrübs., frisch	8,90	3,26	35,25	52,59	2,50
„ älter	4,35	3,90	38,50	53,25	3,11
11. Senf:					
Schwarzer	6.78	4.21	22.20	66.81	20,52
Sareptasenf	7.35	5,74	28,45	58,46	28,60
Weisser	7,00	4,45	29,30	59,25	28,20
12. Sesam:					
Levant, braune Saat	5,90	7,52	55,63	30,95	21,42
Indische, gelbliche „	7,06	6,85	50,84	35,25	22,30

Die in der Technik erzielte Ausbeute an Oel hängt nicht allein von der Arbeitsweise, sondern auch von der Beschaffenheit der Samen ab, da solche mit viel Holzfaser und Stärke auch stets viel Oel im Rückstand lassen. Man benutzt zur Gewinnung der Oele wesentlich zwei Methoden, das Pressen und die Extraktion.

Wenngleich die Extraktionsmethode nicht so gefahrlos wie das Pressen ist, so hat sich diese Methode in ihrer Vervollkommnung doch in den meisten Fällen wegen ihrer wesentlich höheren Ausbeute an überdies meist werthvolleren Fabrikaten rationeller als das Pressen erwiesen. Dazu kommt, dass Anlage- und Betriebskosten wesentlich geringer als beim Pressen sind.

Wie gross der Verlust an Oel in den Presskuchen sein kann, zeigt folgende Tabelle von Cloez (W. J. **1865**. 556):

100 Thle. Samen von	enthalten Thle. Fett	Durch Pressen gewonnene Thle. Fett	In den Rückständen verblieben Thle. Fett
Raps	44,20	37,69	6,19
Leindotter .	31,64	27,27	5,26
Mohn	44,00	37,29	6,83
Lein . . .	37,95	30,15	7,81
Erdnuss	44,10	37,10	6,49

Ferner gibt E. Pott (Die landwirthschaftlichen Futtermittel. Berlin 1889) folgende Mittelwerthe für den Fettgehalt von Presskuchen gegenüber demjenigen von extrahirtem Samenmehl:

100 Thle. von	enthalten im Mittel Thle. Fett
Rapskuchen	9,5
Extrahirtem Rapsmehl . . .	2,5
Leinkuchen	11,0
Extrahirtem Leinmehl . . .	2,5
Palmkuchen	12,0
Extrahirtem Palmkernmehl . .	3,3
Kokosnusskuchen	13,2
Extrahirtem Kokosnussmehl .	6,2

Allerdings sind die beim Pressen abfallenden Presskuchen (Oelkuchen) nicht werthlos, sondern bilden ein geschätztes Futtermittel.

Zur Gewinnung der Oele sind verschiedene Arbeiten vorzunehmen:

1. Samenreinigung, die Entfernung von Körpern, die kein Oel geben, oder dessen Quantität resp. Ausbeute schädigen würden;

2. Samenzerkleinerung, die Pulverisirung der Saat, behufs Zerreissung der Wände der ölbergenden Zellen;

3. das eigentliche Pressen resp. Extrahiren.

I. Reinigung.

Die Saat wird zunächst durch Lagern in geeigneten Speichern[1]) ausgetrocknet, da sie in feuchtem Zustand nicht verarbeitet werden kann.

[1]) Man hat Bodenspeicher und Silospeicher (vom spanischen sylos, Getreidegrube) zu unterscheiden. Erstere sind solide Gebäude von mehreren Stockwerken ohne Zwischenwände. Durch geeignete Fenster und Luken wird für ständige Lufterneuerung gesorgt. Bei den neueren Speichern wird die Handarbeit des Umschaufelns zweckmässig dadurch erspart, dass ein Elevator in Verbindung mit Transportschnecken ständig für einen Kreislauf der Saat vom obersten bis in den untersten Boden des Speichers sorgt. — Bei dem Silospeicher ist das Gebäude in seiner ganzen Höhe durch senkrechte Wände in cylindrische, quadratische oder sechseckige Schächte zerlegt, unter diesen — den Silos — befindet sich eine Transportvorrichtung, die die Saat zum Elevator befördert, von dem sie oben durch eine Schnecke etc. wieder in den Silo geschüttet wird. Die Silospeicher machen die Handarbeit noch entbehrlicher und gestatten eine leichtere Bauart, sowie grössere

Durch Aufschütten in dünnen Lagen und häufiges Umschaufeln ist Schimmeln zu verhüten. Bei dem Transport der Saat durch Schnecken etc., der die Handarbeit zweckmässig ersetzt, findet gleichzeitig eine Reinigung statt, indem Ungeziefer getödtet und viel Schmutz abgelöst oder entfernt wird.

Meist wendet man, bevor die Saat in den Speichern getrocknet wird, eine Vorreinigung an, indem man durch Luftstrom und Siebe in den Aspirationsreinigungsmaschinen Staub, Sand, Erde, Stroh, Papier etc. entfernt. Mit ähnlichen Vorrichtungen, Windfegen, Sieben mit Rüttelwerk, Ventilatoren, entfernt man fremde Oelsamen, Stiele etc.

2. Zerkleinerung der Samen und Früchte.

Um das Rohmaterial auf Oel zu verarbeiten, ist unter allen Umständen eine Zerkleinerung der harten oder lederartig zähen Aussenschicht erforderlich, sowie ferner eine Zerreissung der Zellhaut innerhalb der Samen. Zu dem genannten Zweck dienen:

a) Stampf- oder Schlagwerke,
b) Walz- oder Quetschwerke,
c) Mahlwerke, Steinwerke, Koller- oder Oelgänge [1]).

Die Stampfwerke, leicht gebaute Pochwerke, sind nur noch in kleinen Oelmühlen in Gebrauch; trotz der Einfachheit des Betriebes unter Ausnutzung von Wasser- oder Windkraft sind sie unrationell. Auch der unerträgliche Lärm und die Erschütterung der Gebäude dienen dem Verfahren sehr zum Nachtheil.

Das Walzwerk zerquetscht die Samen zwar, aber bringt sie noch nicht in den geeigneten Zustand, um sie auszupressen. Zum Extrahiren werden sie meist genügend zerkleinert.

Das Walzwerk besteht im Wesentlichen aus zwei steinernen oder häufiger eisernen, glatten Walzen von gleichem oder verschiedenem Durchmesser, die gegen einander zu verstellen sind, und zwischen welche — mittelst einer trichterartigen Vorrichtung — der Samen geschüttet wird. Die sich in entgegengesetztem Sinne drehenden Walzen zerreissen und quetschen die Samen, während eine Schabevorrichtung das Quetschgut ständig von den Walzen entfernt. Mitunter lässt man das Quetschgut noch einmal die jetzt enger gestellten Walzen passiren. Die Samen erwärmen sich etwas und werden daher genetzt.

Um die genügende Feinheit zu erhalten, muss jetzt der zerquetschte Samen noch in den Steinwerken oder Kollergängen zur „klaren Masse" zerrieben werden. In Fig. 4 und 5 ist ein Kollergang von M. Ehrhardt (Wolfenbüttel) gegeben, der folgendermassen arbeitet. Durch geeigneten Antrieb wird das konische Rad *G* gedreht, an dessen senkrechter Welle *H* die schmiedeiserne Welle *J* für die Mühlsteine *K* angebracht ist, welche aus Granit oder Kalkstein im Gewicht von 2500 bis 3000 kg bestehen und sich auf der Unterlage *M* (Boden-, Herd-, Bettstein) aus gleichem Material langsam drehen.

Raumausnutzung. (Näheres hierüber sowie über Transportvorrichtungen etc. siehe Luther, Konstruktion und Einrichtung von Speichern. Braunschweig 1886.)

[1]) Ueber die Geschichte der Oelfabrikation und der verwendeten Maschinen s. Rühlmann (D. 178. 258).

Zur Vermeidung von Verlusten ist *M* von dem Eisenkranz *N* umgeben, der auf Bohlen *O* ruht, die bei *P* die (mit Schieber gewöhnlich verschlossene) Entleerungsöffnung haben. Zum gleichmässigen Mischen der Oelsaat und schliesslichen Entfernung des Quetschgutes dient die Rühr-

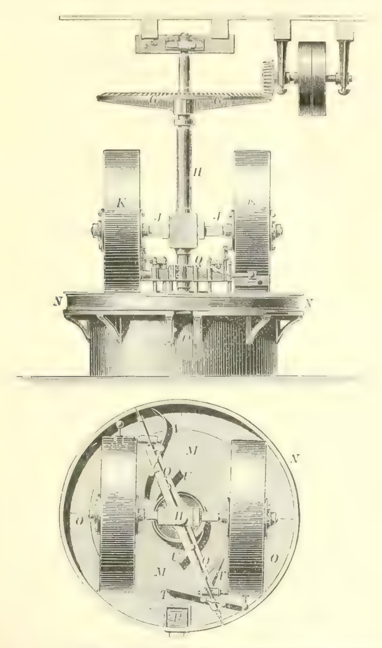


Fig. 4 u. 5. Kollergang von Ehrhardt. Seitenansicht und Ansicht von oben.

und Abstreichsvorrichtung *Q*, die an *H* angebracht ist. Sie besteht aus den Schabeisen *T* und *U* sowie dem Abräumer *V*; *T* und *V* sind nach Belieben während des Betriebes zu heben oder zu senken. Bei einem Durchmesser der Steine von 1,7 m zerreibt der Apparat nach Mittheilung des Fabrikanten 30 bis 40 l Leinsamen in etwa 25 Minuten.

3. Pressverfahren.

Obwohl beim Pressen der zerkleinerten Samen erhebliche Mengen Oel zurückbleiben, so war diese Methode in Deutschland noch 1858 die einzig angewendete und findet sich jetzt noch in sehr vielen Fabriken — trotz aller Verbesserungen der Extraktionsapparate — verbreitet, da die theuren Einrichtungskosten einmal bestritten sind und die Presskuchen wesentlich günstigeren Absatz für Futterzwecke als extrahirte Samen finden.

Die vom Oelgang kommende Samenmasse wird nur für die Gewinnung von Speiseölen sofort, kalt, gepresst (kaltgeschlagenes, Jungfernöl); für die meisten Zwecke wird sie noch erwärmt. Man erreicht hierdurch eine höhere Ausbeute, da das Oel dünnflüssiger wird; ferner werden die Eiweissstoffe des Oeles zum Gerinnen und der Schleim zum Eintrocknen gebracht. Andererseits ist allerdings das Oel geringwerthiger als das kaltgepresste, da es dunkle Farbe und schlechten Geschmack annimmt.

Wenn man das Erwärmen über freiem Feuer vornimmt, so ist ständig zu rühren, um ein Anbrennen zu verhüten. Es ist daher empfehlenswerther und auch verbreiteter, mit Abdampf zu arbeiten. Temperaturen über 100° sind zu vermeiden, da das stark erhitzte Oel leichter ranzig wird. Das im Kollergang bereits von selbst erwärmte Quetschgut direkt zu pressen, empfiehlt sich nicht, da ein Wasserzusatz nöthig ist, um die Samen, zumal ältere, gut auspressen zu können.

Vor dem Pressen wird der zerkleinerte Samen in Beutel gefüllt oder in wollene Tücher gepackt, die dem grossen Druck widerstehen müssen, ohne dabei viel Oel aufzusaugen. Man schlägt sie dann noch in aus Pferdehaar gewebten Stoff ein. Unter Umständen ist eine Einhüllung überhaupt nicht erforderlich (s. w. u.).

Von einer Presse, die gut funktioniren soll, hat man, bequeme Handhabung und geringe Betriebsunkosten vorausgesetzt, nach Bornemann Folgendes zu verlangen:

a) langsamer Druck und allmähliche Verringerung des Pressraumes, damit das Oel leicht abfliessen kann;

b) allmähliche Zunahme des Druckes, da der Widerstand des Pressgutes wächst;

c) Unabhängigkeit des Druckes von der Volumenveränderung, die durch Abfliessen des Oeles erfolgt.

Die verschiedenen Arten Pressen sind folgende:

a) Keil- oder Rammpresse; der in Säcke gepackte Samen wird zwischen zwei Bretter gebracht, die man mittelst geeigneter Keilverbindungen zusammendrückt; der Triebkeil wird durch ein Stampfwerk eingeschlagen. Diese Presse wird nur noch wenig und in kleineren Fabriken verwendet.

b) Die Presse mit excentrischen Scheiben erzielt den geeigneten Druck durch die Drehung von zwei Excentern.

c) Die rotirende Keilpresse (Fritsche, D.R.P. Nr. 16549) presst dadurch, dass sie das Samenmehl zwingt, einen keilförmig sich verengenden Raum zu passiren.

d) Die Spindelpresse, eine einfache Schraubenpresse, wird fast nur im Kleinen, im Laboratorium etc. verwendet.

e) Die Kniehebelpresse bewirkt so grosse Reibungen und zeigt solche Abnutzung, dass sie zur Zeit kaum noch im Betrieb ist.

f) Die hydraulischen Pressen [1]) sind in den Oelmühlen jetzt am meisten vertreten, da sie zu den höchsten Leistungen befähigt sind.

Ihre Konstruktion gründet sich auf dem hydrostatischen Gesetz, dass ein bestimmter Druck im Wasser in jeder Richtung mit gleicher Stärke fortgepflanzt wird und mithin auch die Gefässwand trifft; ein Druck von z. B. 5 kg auf 1 qcm Flüssigkeit macht sich als Druck von 5 kg auf 1 qcm der Gefässwand geltend; ist deren Oberfläche z. B. 20 qcm, so wird also auf die Wand ein Druck von $5 \times 20 = 100$ kg ausgeübt. Die erste hydraulische Presse wurde von J. Bramah (England) im Jahre 1796 konstruirt. Der Apparat besteht wesentlich aus zwei Theilen: einer Pumpe (Saug- oder Druckpumpe), welche einen Druck auf einer kleinen Oberfläche (dem Kolben der Pumpe) erzeugt, und einem Presscylinder mit Presskolben; da Cylinder und Pumpe durch einen Flüssigkeitskanal in Verbindung stehen, so wird ein mit der Pumpe hervorgerufener Druck auf den Presskolben zur Geltung kommen und diesen in die Höhe treiben. Dieser Presskolben drückt den zu quetschenden Körper gegen eine feste Wand; entsprechend seiner Hebung wird natürlich Wasser von der Pumpe in den Presscylinder gedrückt. Von den Dimensionen des Presskolbenquerschnitts im Verhältniss zu dem des Pumpenkolbens hängt der erreichte Wirkungsgrad des Apparates ab; ist z. B. die Oberfläche des Presskolbens 100 qcm, diejenige des Pumpenkolbens 1 qcm und drückt man letzteren mit der Kraft 1 kg nieder, so wird der Presscylinder mit einer Kraft von 100 kg vorwärts bewegt. Reibungswiderstände, zumal an den Liderungen, lassen natürlich den Effekt hinter der Berechnung zurückstehen.

Für das Arbeiten im Grossbetrieb sind folgende Veränderungen angebracht. Da das Anziehen in der Presse allmählich in dem Maasse, wie das Pressgut fester wird, eine grössere Kraft erfordert, während man die Betriebskraft nicht verändern will, so schaltet man automatisch im geeigneten Zeitpunkt eine zweite Pumpe (mit kleinerem Querschnitt) ein, die den Maximaldruck hervorruft.

Ist der höchste Druck in der Presse erreicht, so ist das Pressgut noch nicht erschöpft, vielmehr muss derselbe so lange inne gehalten werden, als noch Oel ausfliesst; bei der Bedienung einer Presse durch zwei Pumpen geschieht dies durch geeignete Umschaltung, sind dagegen mehrere zu bedienen, so bringt man zwischen Pumpe und Presse einen Akkumulator an, d. i. einen Vorrathscylinder, in dem Wasser unter dem Druck des Presscylinders aufgespeichert wird, um es letzterem nach Bedarf zu übermitteln. (Ueber Konstruktionseinzelheiten vergl. Muspratt 2. 603; Schädler S. 320; Bornemann.)

Die Pressen werden horizontal wie vertikal aufgestellt. Der Pressraum wird oft mit geeignetem Gehäuse zur Dampfheizung versehen; der erzielte Pressdruck ist 150 bis 300 kg/qcm.

Man hat bei den stehenden Pressen im Wesentlichen Topf-, Trog- und Packpressen zu unterscheiden. Bei ersteren bewegt sich

[1]) Betreffs des Näheren über diese Pressen wird auf das mehrfach citirte Handbuch von Bornemann verwiesen, das ausführlich über alle mechanischen Einzelheiten der Oelpressung berichtet. Vergl. auch Schädler S. 320.

der Presscylinder, welcher das Pressgut enthält, in einem topfartigen Gefäss; der Oelausfluss ist schwierig, die Ausbeute daher gering. Die Apparate sind wenig im Gebrauch.

Die Anwendung mehrerer trogartiger Gefässe führte zu Pressen, die wesentlich rationelleres Arbeiten gestatten.

Fig. 6 zeigt eine Presse mit mehreren runden Trögen im Durchschnitt (Schädler S. 330). *A* ist der Presscylinder, *B* der Presskolben, *C* der Presshelm, *D* Zugstangen. Am Boden eines jeden Troges *E* befinden sich durchlöcherte Blechplatten, von denen Längsrinnen das Oel nach der konzentrischen Sammelrinne *F* führen; von *F* gelangt das Oel durch das Ablaufrohr in das Sammelrohr (in der Figur nicht erkennbar). Die mit Samen gefüllten Tröge hängen durch Haken *J* am Presshelm. Wird der Apparat in Betrieb gesetzt, so presst der untere, massive Theil jedes Troges den Inhalt des unter ihm befindlichen aus, und das Oel fliesst durch *F* zum Sammelrohr. Der Samen wird auf zwei Fünftel seines Volumens zusammengepresst. Das Laden und Entleeren dauert 5, das eigentliche Pressen 10 Minuten.

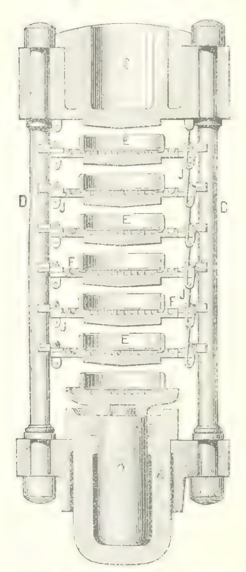


Fig. 6. Trogpresse. Durchschnitt.

Neuerdings haben Brinck & Hübner (Mannheim) eine verbesserte Trogpresse, Ringpresse genannt, konstruirt, die in Fig. 7 abgebildet ist.

In der Presse sind 4, 6, 8 oder 10 schmiedeeiserne Ringe (*a*) über einander eingebaut, von denen jeder mit einem beweglichen, fein durchlochten Boden aus Stahl versehen ist. Zwischen je zwei Ringen befindet sich eine gusseiserne Pressplatte, deren oberer Theil gerillt und deren untere Fläche ganz glatt ist. An diesen Pressplatten, welche zwischen den Säulen der Presse geführt werden, befinden sich Schienen befestigt, in welchen die Pressringe hängen, und welche beim Herausziehen sowohl als beim Einschieben in die Presse als Führungen dienen; ausserdem hat jede Pressplatte noch einen grossen ringsherumlaufenden Kanal zum Auffangen des ausgepressten Oeles. Zur Füllung der Presse legt man auf die mit Löchern versehene Stahlplatte eines jeden Ringes einen Deckel aus Rosshaar-, Wollgewebe oder Filz, hierauf den auszupressenden Samen und dann wiederum einen Rosshaardeckel. Sind alle Ringe gefüllt, so setzt man die Presse unter Druck, worauf der obere geriffelte Theil eines jeden Presstellers in den darüberliegenden Ring eindringt und das

Oel durch den Rosshaardeckel, die gelochte Stahlplatte und die Rillen des Presstellers in den Oelkanal abfliesst. Da der Abfluss des Oels auf der ganzen Fläche des Kuchens gleichmässig nach unten erfolgt, so hat das Oel auch nur die dünne Kuchenschicht zu durchdringen, fliesst also leicht und schnell ab und liefert einen überall durchaus gleichmässig ausgepressten Kuchen von ganz genauer Form. Die ganz exakten Randflächen, welche nicht ölhaltiger sind als die Mitte des Kuchens, brauchen daher nicht beschnitten zu werden. Da man die Ringe ausserhalb der Presse füllt, so genügt für 4 bis 5 Pressen ein einziger Satz Ringe, welcher gefüllt und mit einem ausgepressten Satz vertauscht wird; in 1 bis 2 Minuten ist ein solcher mit einem frisch gefüllten zu wechseln. Man kann sowohl runde Kuchen erzeugen als auch viereckige oder trapezförmige von beliebiger Grösse. Alle Pressen werden mit einem Druck von 300 Atm. geprüft und können für diesen Druck beim Betrieb in Anspruch genommen werden. Damit man in jeden Ring ein möglichst grosses Quantum Samen bringen kann, ist zu der Presse noch eine besondere Füllmaschine (D.R.P. Nr. 35788) konstruirt, welche in 1 Minute bis 8 Ringe selbstthätig mit Samen füllt und diese fest einpresst, so dass die Ringe etwa 20% mehr Samen enthalten als bei Handfüllung. (Die Maschine wird unter Umständen auch gleich mit Wärmkessel versehen. Sie reicht aus, um etwa 15 Pressen zu bedienen, und wird gewöhnlich nur bei grösseren Anlagen angewendet.) Für Oelgewinnung aus Palmkernen oder Koprah ist die Presse heizbar

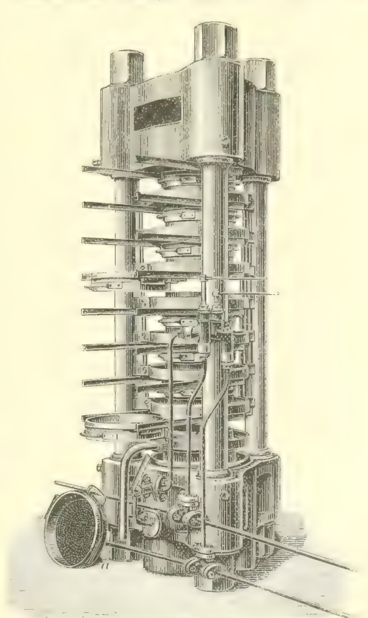


Fig. 7. Ringpresse von Brinck & Hubner.

konstruirt und können mit ihr nach Mittheilung der Firma in einer Pressung von 25 Minuten Dauer Palmkerne auf 8 % Oelgehalt gebracht werden.

In den Packpressen, in welchen der in Tücher geschlagene Samen zwischen zwei Platten gebracht wird, ist der Betrieb in Folge der Packung umständlicher, auch werden leicht Samentheilchen in das Oel mitgerissen. Aus den liegenden Pressen erfolgt zwar der Oelabfluss leichter und ist einfacher zu regeln, doch erfordern sie mehr Platz, der Presskolben geht bei ihnen nicht von selbst in die Anfangslage zurück, und meist ist auch ein Einschlagen der Samen in Presssäcke oder Presstücher erforderlich.

Der Oelkuchen, wie ihn die erste Pressung liefert, wird in der

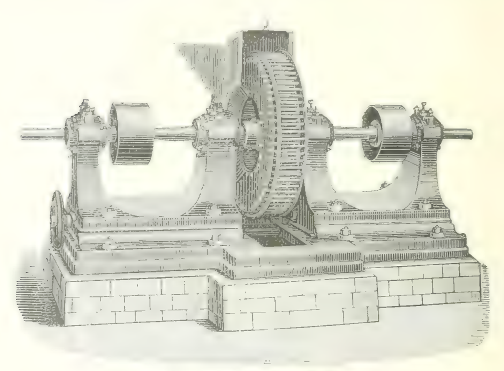


Fig. 8. Desintegrator von Brinck & Hübner.

Regel zerkleinert und gemahlen, worauf das Mehl nochmals gepresst wird; das erhaltene Oel ist geringwerthiger. Dann wird der Kuchen zur Viehfütterung in Mehl verwandelt.

Während diese Zerkleinerungen früher in zwei Prozesse zerfielen: ein Brechen der Oelkuchen in besonderen Apparaten und ein darauf folgendes Mahlen im Kollergang, verwandeln die Schleudermühlen oder Desintegratoren die Kuchen direkt in ein feines Mehl. Brinck & Hübner (Mannheim) haben sehr zweckmässige Mühlen genannter Art konstruirt, die wir nach Mittheilung der Firma beschreiben.

Die Mühlen (Fig. 8) bestehen im Wesentlichen aus 4, 6 oder 8 konzentrisch in einander laufenden Trommeln, deren cylindrische Umfassungswände aus Stäben gebildet sind, welche an der einen Seite in Scheiben und an der anderen in Ringen vernietet sind. Die 1. (innere), 3. und 5. Trommel bilden ein zusammenhängendes Ganzes, welches mit der Nabe der Scheibe auf der einen Achse befestigt ist und von dieser mittelst einer Riemenscheibe in rotirende Bewegung gesetzt wird; ebenso sind auch die 2., 4. und 6. Trommel als zusammenhängender Theil des Apparats auf der anderen Achse befestigt, um von einer zweiten Riemenscheibe be-

trieben zu werden. Der eine Riemen ist in gewöhnlicher Weise aufgelegt, während der andere gekreuzt wird, so dass die beiden Trommelapparate in entgegengesetzter Richtung rotiren. Der Trommelapparat ist von einem Blechkasten umgeben, der behufs Reinigung des Apparates leicht zu entfernen ist. Die zu pulverisirenden Materialien werden durch einen an dem Umhüllungskasten befindlichen Trichter permanent in das Innere des Apparates gebracht und aus der 1. Trommel durch die entsprechend weiten Zwischenräume der Stäbe in Folge der Zentrifugalkraft in die 2. entgegengesetzt laufende geschleudert, worauf sie theilweise zerschlagen aus dieser in die 3. (wieder in der Richtung der ersten laufende) getrieben, immer weiter zerkleinert in die 4. etc. gelangen und in pulverisirtem Zustande gleichmässig an allen Punkten der Peripherie herausgeschleudert werden. In höchstens 1 Sekunde hat das Material den Trommelapparat passirt. Die Zerkleinerung erfolgt zunächst durch die Schläge in den mit entsprechender Geschwindigkeit abwechselnd in entgegengesetzter Richtung rotirenden Trommeln, und dann noch hauptsächlich, was für das Pulverisiren und Feinmahlen sehr wichtig ist, durch die Reibung des mit grosser Kraft durch einander geschleuderten Materials in sich selbst, welches in Strömen (der Trommelbreite entsprechend) fortwährend im Zickzack durchgejagt und gepeitscht wird, wodurch es sich vollständig an einander zerreibt.

Zur Erklärung der Einrichtung einer neueren Fabrik mit Pressbetrieb geben wir in Fig. 9, 10 und 11 den Längsschnitt, Grundriss des Erdgeschosses und den Querschnitt einer italienischen Leinölfabrik, die 1886 von Brinck & Hübner (Mannheim) erbaut worden ist (nach einem von der Firma überlassenen Plan).

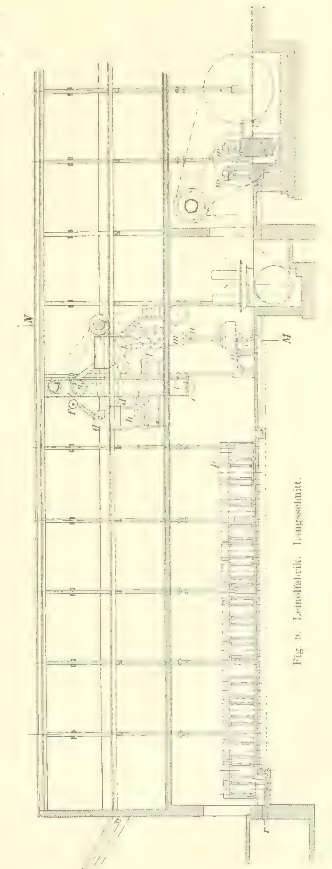


Fig. 9. Leinölfabrik. Längsschnitt.

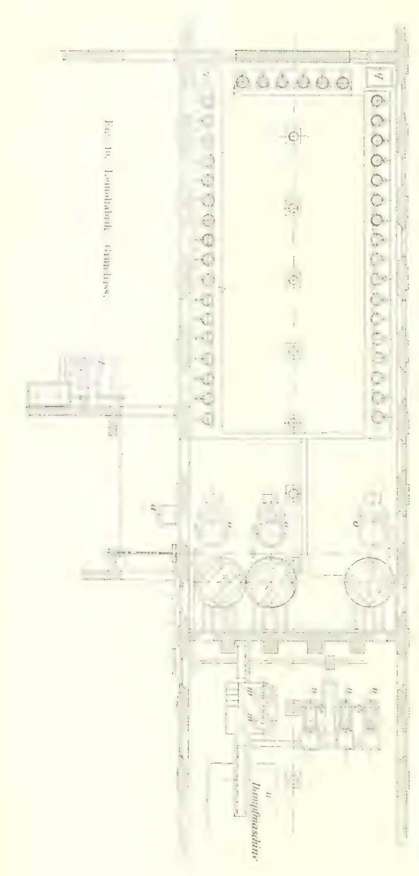


Fig. 10. Leinölfabrik. Grundriss.

Zum Transport der angefahrenen Saat in den ersten Stock zu den Putzmaschinen dient Aufzug *a*, Gosse *b* und Elevator *c*. Die geputzte Saat wird mittelst des zweiten Elevators *e* und der Transportschnecke *f* aus *d* eine Etage höher zu den Bürstmaschinen *g* gebracht und fällt von diesen schliesslich in zwei weitere Putzmaschinen *h*. Die völlig gereinigte Saat wird durch den Elevator *i* in den Sammelrumpf *k* gehoben, von dem sie in das Doppelwalzwerk *l* fällt. Das Quetschgut gelangt durch den Rumpf *m* in den grossen Elevator *n*, der es auf die Füllmaschinen *o* im Erdgeschoss vertheilt, die mit Samenwärmer versehen sind und in 1 Minute 8 der Ringe für die hydraulischen Pressen füllen können. Mittelst kleiner Transportwagen werden die gefüllten Ringe zu den Pressen *p* gebracht, von denen 40 in einem Raum stehen und beliebig zum Vor- und Nachpressen dienen. Das Oel fliesst in kleinere Sammler *q* und von diesen in Hauptbassins *r*, die unterirdisch, aus-

gemauert und mit Porzellantäfelung versehen sind. — Die Kuchen der ersten Pressung werden auf den drei sehr schweren Kollergängen *s* zerrieben, von wo das Pressgut wieder auf die Füllmaschinen *o* kommt. Die Kuchen der zweiten Pressung kommen entweder als solche in den Handel oder werden erst auf den Knochenbrechern und Desintegratoren *t* zerkleinert, die in 1 Stunde 400 kg Kuchen feinmahlen können.

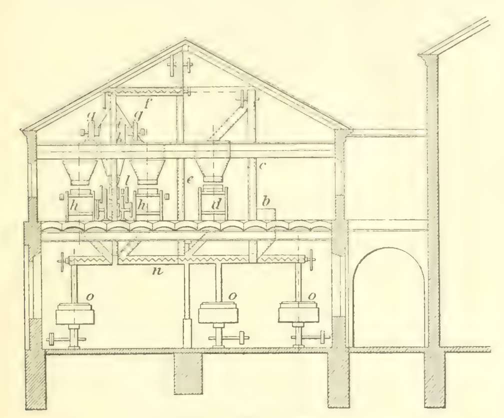


Fig. 11 Leinölfabrik Querschnitt.

Die Betriebskraft liefert Dampfmaschine *u*, in deren Raum noch die drei Pumpen *v* mit je 4 Kolben, sowie die Akkumulatoren *w* stehen; eine (nicht gezeichnete) Dynamomaschine beleuchtet die Fabrik.

Der Oberstock ist durch feuerfeste Gewölbe von dem Erdgeschoss getrennt; die Elevatoren sind völlig in Eisen eingemantelt.

Die Tagesproduktion berechnet Bornemann auf 8612 kg Oel bei einer Verarbeitung von 543744 hl Saat.

4. Extraktion.

Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass man die Samen im Extraktor mit Lösungsmitteln behandelt und die erhaltene Oellösung in einem Destillationsgefäss vom Lösungsmittel befreit. Die Dämpfe desselben werden in einem Kondensator verflüssigt, worauf es von Neuem benutzt wird. Zum Extrahiren der Oele kommen in Betracht:

Namen	Siedepunkt	Spezifisches Gewicht
1. Schwefelkohlenstoff	46°	1,292 (0°)
2. Gasolin (Petroleumbenzin)	40 bis 60°	0,6363 bis 0,6666 (15°)
3. Petroleumäther	65 bis 70°	0,6666 bis 0,707 (15°)
4. Kanadol	60°	0,65 bis 0,7 (12°)
5. Petroleumbenzin (des Handels) . . .	80 bis 100°	0,707 bis 0,7216 (15°)

Von den genannten Mitteln werden in grösserem Maassstab nur Schwefelkohlenstoff und die niedrig siedenden Petroleumdestillate (Kanadol etc.) angewandt. Welchem von beiden der Vorzug einzuräumen ist, hängt von den Umständen ab (s. weiter unten).

Geschichtliches. Deiss nahm 1856 zuerst ein englisches Patent auf die Extraktion mit Schwefelkohlenstoff. In Deutschland erhielt Seiferth 1857 ein Patent (D. **148**. 275; **140**. 133; **146**. 433; **159**. 438). Die leichten Petroleumdestillate benutzten Richardson, Irvine, ferner Lundy in England schon 1863; Hirzel (J. T. **1866**. 493; D. **174**. 165; **182**. 319) empfahl das Verfahren 1866 und Vohl konstruirte einen Apparat, in welchem er mit der oben erwähnten Fraktion Kanadol arbeitete.

Die wesentlichen Ansprüche, die an ein rationell arbeitendes Extraktionsverfahren zu stellen sind, sind folgende (Bornemann):

1. ausser Oelen sollen möglichst wenig fremde Bestandtheile gelöst werden;

2. eine Zersetzung des Lösungsmittels darf ebensowenig eintreten als eine Reaktion auf das Oel oder den Rückstand;

3. das Lösungsmittel muss sich leicht verflüchtigen und leicht wieder kondensiren lassen.

Die Extraktionsmittel verhalten sich dem gegenüber folgendermaassen:

Schwefelkohlenstoff löst Farbstoffe (Chlorophyll), Amygdalin etc. leichter als Benzin und Kanadol. Eine Zersetzung des Schwefelkohlenstoffs ist mit Sicherheit nur nachgewiesen worden, wenn derselbe feucht oder im Lichte aufbewahrt wurde. Thatsächlich sind die mit ihm extrahirten Oele ebenso wie die Rückstände vollwerthig befunden worden. Unumgänglich nöthig ist es allerdings, dass er völlig raffinirt ist und dass er aus dem erhaltenen Oel, sowie den Rückständen vollständig, meist mit direktem Wasserdampf, vertrieben wird. Hierin liegt eine Schwierigkeit beim Arbeiten mit Schwefelkohlenstoff und ein Nachtheil, der dem Benzin und Kanadol gegenüber um so mehr ins Auge springt, als dieselben, ihres höheren Siedepunktes wegen, leichter zu kondensiren sind. Da betreffs Feuergefährlichkeit und Gesundheitsschädlichkeit der Schwefelkohlenstoff grössere Bedenken als Benzin und Kanadol hervorruft, so erhellt, dass den Vorzug meistens das Benzin verdient, obwohl es erst in der Wärme seine völlige Extraktionsfähigkeit entfaltet, im Gegensatz zum Schwefelkohlenstoff, mit dem man kalt lösen kann. Indessen sind die Unterschiede nicht gross genug, dass nicht schliesslich den jeweiligen Marktpreisen des einen oder anderen Mittels die Entscheidung zufiele. Allerdings wird man für Oel zu Speisezwecken oder Parfümerien sich nicht des Schwefelkohlenstoffs bedienen. Bei der Extraktion selbst wird man

den schweren Schwefelkohlenstoff von unten zufliessen lassen, damit die spezifisch leichtere Oellösung langsam verdrängt wird, und bei den Petroleumdestillaten umgekehrt verfahren. Auch die anzuwendende Temperatur muss bei beiden Mitteln eine verschiedene sein: für Schwefelkohlenstoff liegt sie zwischen 6 und 20°, für Kanadol bei 60°.

Was die Konstruktion der Apparate betrifft, so hat man zwischen solchen nach dem Prinzip der Verdrängung und denen mit systematischer Extraktion zu unterscheiden. Bei den ersteren lässt man das Lösungsmittel so lange einen Extraktor mit Samen durchfliessen, als es noch Oel aufnimmt; es ist dann eine relativ grosse Menge verdünnter Lösung im Destillator zu erhitzen. Im anderen Fall fliesst die verdünnte Lösung durch immer neue Extraktoren, bis sie möglichst konzentrirt im Destillator anlangt.

Ob man mit den erstgenannten Apparaten vortheilhafter als mit den letzteren, naturgemäss komplizirteren arbeiten wird, hängt davon ab, ob viel oder wenig Oel — kontinuirlich oder mit Unterbrechung — zu fabriziren ist. Auch die Grösse des Anlagekapitals und der Betriebskraft entscheiden zu Gunsten des einen oder anderen Verfahrens.

Noch sei erwähnt, dass man stets mit Vortheil eine anfängliche Evakuirung zur Entfernung der Luft aus dem Apparat (den Samen insbesondere) anwendet. Ständige Evakuirung ist im Allgemeinen nicht zu empfehlen.

Wesentlich für den Gang des Prozesses ist die Beschaffenheit des Samens. Nach Fischer (D. 206. 158) muss derselbe trocken und völlig zerquetscht sein; die beste Ausbeute liefert frischer Samen; unvollständig ist die Extraktion bei feuchtem, unreifem oder sehr altem Samen. Nach Braun (Hofmann's Ber. üb. d. Entw. d. chem. Ind.) soll er ferner nicht in ein Mehl, wie beim Pressen, sondern mehr in einen wolleartigen Zustand verwandelt werden, so dass der Zusammenhang der Theilchen noch nicht völlig aufgehoben ist. Auch das Lösungsmittel darf kein Wasser enthalten.

Der alte Seiferth'sche Apparat bestand im Wesentlichen aus 5 (der Reihenfolge nach *A*, *B*, *C*, *D*, *E* genannt) im Kreis neben einander stehenden, verschliessbaren Cylindern, die unter sich verbunden werden konnten. Nachdem *A*, *B* und *C* mit Samen gefüllt waren, wurde *A* aus einem hochgelegenen Reservoir mit Schwefelkohlenstoff gefüllt; nachdem dieser 15 Minuten gewirkt hatte, wurde durch neuen, in *A* von unten eingeleiteten Schwefelkohlenstoff die Lösung nach *B* gedrückt und nach abermals 15 Minuten nach *C*, von wo sie in einen besonderen Destillator kam. Der Schwefelkohlenstoff aus *A* wurde abgelassen, der Rest durch Wasser verdrängt und *A* vom entölten Samen befreit. Dann wurde die Lösung aus *B* mit Schwefelkohlenstoff nach *C* getrieben, von hier nach dem inzwischen gefüllten Extraktor *D*, von dort abgelassen u. s. w., so dass stets 3 Cylinder arbeiteten und inzwischen einer entleert und einer gefüllt wurde.

In wesentlich verbesserter, prinzipiell gleichartiger Form ist das Verfahren von C. O. Heyl in Berlin durchgeführt worden. Ferner haben Gebr. Braun (Moabit) weitere Erleichterungen im Betriebe vorgenommen (andere Apparate s. w. u.). Lange Zeit sind die Brauchbarkeit des Schwefelkohlenstoffes und seine Vorzüge dem Pressverfahren gegenüber lebhaft bestritten worden. Dullo (D. 178. 274) behauptete, dass Schwefel in das Oel käme, und Vohl (D. 182.

Erfinder und Jahr der Erfindung	Lösungsmittel	Zahl der Extrakteure	Die Extraktion ist kalt oder warm	erfolgt von oben oder unten	Behandlung des Oeles	Behandlung der Rückstände	Bemerkungen
Deiss 1855	Schwefelkohlenstoff	1	kalt	unten	Destillation bei …	[illegible] erhitzte Luft	
Seyferth 1857	"	5 komb.	"	oben	Aussendampf	Wasser, Dampf, Trocknen	
Moison 1859	"	2	"	unten	"	[illegible]	
Deiss 1861	"	3	"		Direkter Dampf	[illegible]	
Lowenberg 1862	"	8 (2 komb.)	"		Dampfen, Evakuieren	Aussendampf [illegible]	
Bonière, Deprat, Pignol 1863	"	?	warm	"	Aussenheizung unter Rühren	Luft von [illegible] gesättigt	[illegible]
Moison 1863	"	?	?	?			
Lunge 1863	"	3	warm	oben	Indirekter Dampf	Aussendampf u. dir. Dampf	Schwefel [illegible]
Boggio 1864	"	1	kalt	?	Evakuirung	Evakuirung	Das Lösungsmittel wirkt … einige Stunden
Richardson, Irv., Kundy 1864	Kohlenwasserstoffe	?	kalt od. warm	?	Mit Dampfschlange destillirt	Dampfung	
Heyl 1866	Schwefelkohlenstoff	8 komb.	kalt	oben	Direkter Dampf	Dampfen, Trocknen	
Heyl, Neuere Konstrukt.	"	4 komb.	kalt od. warm	unten	Aussendampf, dann dir. Dampf, Rühren	Erhitzte [illegible] Wasser und dir. Dampf	Die Extraktion erfolgt unter Druckminderung bei schnellem Kreislauf.
Vohl 1871 (schon 1866 vorgeschlagen)	Kanadol	2	kalt, dann warm	oben	Aussendampf, Dampfen in besonderem Gefäss	Aussendampf, Trocknen durch Evakuiren	
Braun 1873	Schwefelkohlenstoff; Aether	6 (4 komb.)	kalt	unten		Dampf von oben, Vakuum von unten	Evakuirung vor Beginn der Extraktion
van Haecht 1878	Schwefelkohlenstoff	2	"	"		Direkter Dampf	D. Lösungsm. wirkt lang. St.
Fricke 1878	"	1	"	oben	Aussendampf	Aussendampf	Kontinuirliche Extraktion
Adamson 1879	Benzin	"	warm	"	Dampfschlange		Verdichtung des Benzins im ölhaltigen Material
Seeley 1879	"	"	"	"	Aussendampf		
Pongowsky 1880	Petroleumessenz	"	kalt	"	Direkter Dampf	Heisse Luft	
Richter 1880	Schwefelkohlenstoff	"	"	?	Evakuirung	Evakuirung	
Merz 1882	Benzin	"	warm	oben	Dampfung	Dampf m. überhitzt. Dampf	Rückflusskühler
Bang & Sanguinetti 1883	"	10 komb.	kalt	"	Destillation	Benzindämpfe von 120–130°	
Wellstein 1884	"	1	?	?	?		
Weber 1885	Kohlenwasserstoffe	2	kalt od. warm	oben			Extraktion unter Druck
Bernhardi 1885	Beliebig	1	warm	"			Rückflusskühler
Friedrich 1885	Benzin	"	"	"	Dampfung	Dampfung	Extrakt durch Benzindampf
Büttner 1885	Benz. resp. Schwklst.	"	"	ob. u. unt.	Heisse Luft	Heisse Luft	Evak. vor u. nach d. Extrakt
Schulze 1887	Beliebig	"	kalt	oben	?	Verdrängung durch Wasser	Rotirender Extraktor
Hirzel	"	1 resp. 2	kalt od. warm	"	Dampfung	Dampfung	Evakuirung vor der Extrakt.
Wegelin & Hübner	Benzin	1	" " "	"	"	"	
Wegelin & Hübner	"	6 komb.	kalt	"	"		Evak. vor u. nach d. Extrakt

319; **185.** 453; **185.** 456; vgl. auch **182.** 322; **183.** 254; **184.** 362; **205.** 274), dass beim Extrahiren eine Zersetzung in Schwefelwasserstoff und Schwefel eintritt und das Oel einen harzartigen Körper enthalte, der schnelles Klebrig- und Ranzigwerden bedinge. Indessen sind bei Anwendung eines reinen Lösungsmittels und sorgfältigem Entfernen desselben aus Oel und Pressrückstand alle genannten Mängel nicht vorhanden.

Wesentliche Konkurrenz bereitete dem erstgenannten Extraktionsverfahren dasjenige mit Erdöldestillaten, speziell mit dem von Vohl eingeführten Kanadol, das vor seiner Verwendung noch mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure zu reinigen ist. Der von ihm erfundene Apparat ist, da er bei höherer Temperatur arbeitet, ziemlich komplizirt. Zur Zeit dürfte derselbe vorwiegend historisches Interesse haben, da er von zahlreichen Neukonstruktionen verdrängt ist.

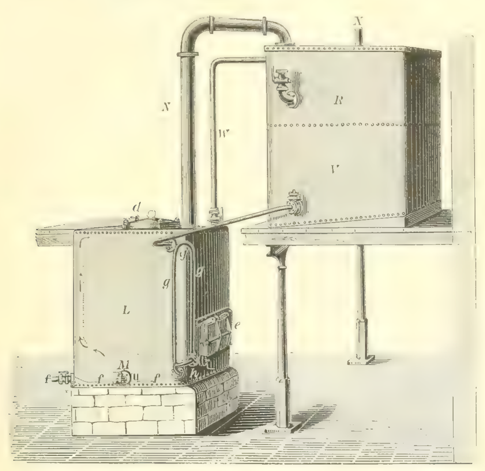


Fig. 12. Universalextraktor von Merz.

Um ein Bild von der Art der zahlreichen Extraktionsapparate zu geben, theilen wir vorstehend eine historische Uebersichtstabelle nach Bornemann (S. 168) mit.

Von den genannten Konstruktionen sei zunächst der Merz'sche Apparat (Universalextraktor, Fig. 12) beschrieben. Derselbe gestattet nicht nur Samen, sondern auch die verschiedenartigsten Stoffe, wie Knochen, Griefen, Presskuchen, Wolle etc., bei hoher Temperatur, doch ohne Druck zu extrahiren. Die entfetteten Rückstände werden ohne besondere Einrichtung getrocknet und die Extrakte filtrirt; geringe

Raumerforderniss und Entbehrlichkeit von Hülfsapparaten dienen zur Empfehlung.

Die Konstruktion ist wesentlich die des Soxhlet'schen Apparates (vgl. bei Analyse). In dem am Boden mit Dampfschlange *f* versehenen Gefässe *M* befindet sich der Behälter *L*, der durch Mannloch *d* mit dem zu extrahirenden Material beschickt wird. Aus dem mit dem Kühler *R* kombinirten Reservoir *V* lässt man das Lösungsmittel (Benzin, Schwefelkohlenstoff etc.) in *L* einfliessen, welches, als Extraktlösung, durch das Heberrohr *g*, *g*, *g* nach *M* gezogen wird, sobald sein Niveau die Höhe *g* überschreitet. In *M* verdampft das Lösungsmittel, die Dämpfe gehen an den Wandungen des Behälters *L* aufwärts, erwärmen dessen Inhalt und

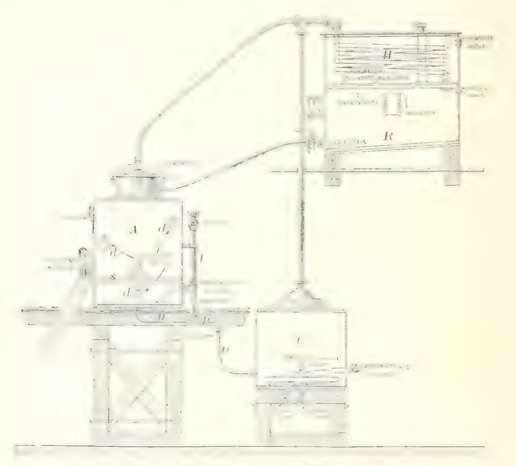


Fig. 1. Exzelsior-Extraktionsapparat von Wegelin und Hübner.

werden an einer unter der Decke befindlichen Kühlschlange kondensirt. Die noch warme Flüssigkeit fällt nach *L* zurück, um, sobald die Höhe von *g* erreicht ist, wieder nach *M* überzutreten. Diesen automatisch sich vollziehenden Kreislauf unterbricht man erst dann, wenn eine bei *h* genommene Probe die Beendigung der Extraktion anzeigt. Die Rückflusskühlung wird abgestellt, die Dämpfe der aus *L* nach *M* ablaufenden Lösung gelangen durch *N* nach dem Kühler *R*, um sich als Flüssigkeit im Reservoir *V* anzusammeln, und die letzten Reste des Lösungsmittels werden aus dem Extrakt sowohl, wie aus dem extrahirten Material durch direkten Wasserdampf aus *W* ausgetrieben. Das Extrakt wird durch *u* abgelassen und der Extraktor *L* bei *e* entleert. Der Apparat ermöglicht nicht nur die eben beschriebene intermittirende, sondern auch eine kontinuirliche Extraktion. In letzterem Falle wird nämlich der Ablauf der Fettlösung so regulirt, dass durch das verdampfte und regenerirte Lösungsmittel das Flüssigkeitsniveau in *L* konstant erhalten bleibt.

Der Apparat wird in Dimensionen von 1000 bis 10,000 l für den Extraktor *L* geliefert. Bei einem Inhalt von 6000 l fasst er 2000 kg Oelsaat oder 3000 kg Knochen,

die in 6 bis 9 Stunden zu extrahiren wären. Der Benzinverlust beträgt etwa 0,5 %. Die Betriebskosten (Kohle, Benzinverlust, Bedienung) betragen 0,5 bis 0,8 M. für 100 kg Material.

Der Excelsior-Extraktionsapparat von Wegelin und Hübner (Halle a. S.) gestattet ein Arbeiten mit den verschiedenartigsten Lösungsmitteln im kalten oder warmen Zustand; in Fig. 13 ist ein Apparat für kalte Extraktion gegeben.

A ist der Extraktor, *H* der Kühler, *R* das Reservoir für das Lösungsmittel, *C* der Destillator. Nachdem die Substanz auf den falschen Boden *s* geschüttet ist, lässt man aus *R* Benzin nach *A* fliessen, nachdem der Dreiwegehahn so gestellt ist, dass die gebildete Oellösung durch Röhre *u* erst in die Uebersteigröhre *l* und dann durch *v* zum Destillator gelangt. Dort wird mittelst Dampfschlange das Benzin verdampft, worauf die in *H* kondensirten Dämpfe nach *R* und von dort nach *A* resp. *C* gehen. Ist die Extraktion beendet — wie eine bei *p* gezogene Probe zeigt —, so wird der Benzinzufluss nach *A* abgestellt und der Dreiwegehahn so gedreht, dass die Oellösung durch *v* direkt nach *C* fliesst. Ist *A* völlig frei von Flüssigkeit, so schickt man durch die drei Ventile *d* Dampf in die entölten Rückstände, die jetzt die letzten Mengen Lösungsmittel abgeben. Die Dämpfe desselben, mit Wasser gemischt, kondensiren sich in *H*. Das im Destillator *C* zurückbleibende Oel wird ebenfalls durch direkt eingeleiteten Dampf von den letzten Mengen Benzin befreit. Besteht eine aus dem Probirhahn genommene Probe nur aus Wasser, so ist der Prozess beendet. Oel und Rückstände werden entfernt, Wasser und Benzin geschieden.

Der Extraktor wird in Dimensionen von 50 bis 4000 l geliefert.

Der Superior-Extraktionsapparat von H. Hirzel (Leipzig-Plagwitz) gestattet nicht nur die Fettgewinnung aus den verschiedensten Materialien, sondern ist auch zur Gewinnung von Extrakten, ätherischen

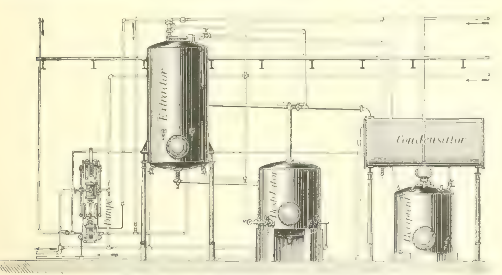


Fig. 14. Superior-Extraktionsapparat von Hirzel.

Oelen etc. geeignet. Der Apparat (Fig. 14) besteht aus einem Extraktor, in welchen die zu extrahirende Substanz eingefüllt wird. Die Pumpe, oder bei den kleineren Apparaten ein Luftsauger — dient dazu, zu entsprechender Zeit in dem Extraktor ein Vakuum zu erzeugen und erforderlichen Falls die im Extraktor befindliche Substanz vor oder nach der Extraktion rasch zu trocknen. In dem Destillator sammelt sich die klare Lösung des extrahirten Stoffes (des Oels, Fettes, Paraffins, Ceresins, Schwefels etc.) in dem zur Extrahirung benutzten

Lösungsmittel (Benzin, Photogen, Schwefelkohlenstoff, Aether etc.). Nachdem mittelst Pumpe der Extraktor evakuirt ist, um die schädliche Mischung von Lösungsmitteldampf und Luft zu verhüten, geht der Extraktionsprozess in der Art von statten, dass das Lösungsmittel so lange einen Kreislauf macht — vom Rezipienten zum Extraktor, von dort zum Destillator, von dort durch den Kondensator zum Rezipienten zurück —, bis es das im Extraktor befindliche zu extrahirende Material vollständig erschöpft und den extrahirten Stoff dem Destillator zugeführt hat. Sodann wird das Lösungsmittel durch Dampf sowohl aus dem damit getränkten im Extraktor befindlichen extrahirten Material, als auch aus der im Destillator gesammelten Lösung vollständig abdestillirt, so dass schliesslich der extrahirte Stoff (Oel, Fett, Paraffin, Ceresin, Schwefel etc.) rein aus dem Destillator abgelassen oder herausgenommen werden kann. Die beim Austreiben des Lösungsmittels aus dem Extraktor und Destillator entweichenden Dämpfe desselben werden nach dem Kondensator abgeleitet und beim Passiren desselben verdichtet. Die Flüssigkeit sammelt sich im Rezipienten an, von wo sie zu neuen Extraktionen Verwendung findet.

Nach Hirzel extrahirt Schwefelkohlenstoff am besten, doch ist der Geruch nur schwer völlig zu entfernen; wo es daher auf Geruchlosigkeit des Oeles ankommt, ist Benzin vorzuziehen.

Die Extraktion dauert 6 bis 14 Stunden; die Grösse der Apparate ist derart, dass 20 bis 200 hl Saat zu verarbeiten sind. Die Oelsamen lassen sich völlig extrahiren, doch lässt man meist 1 bis 2 % Oel in den Rückständen.

Grillo & Schröder (D.R.P. Nr. 50360) extrahiren mit schwefliger Säure. Die komprimirte schweflige Säure besitzt zwar ein geringeres Lösungsvermögen für Fette und Oele als Benzin und Schwefelkohlenstoff, lässt sich aber ohne Anwendung von Dampf wieder vollständig aus den Extrakten entfernen, ist nicht feuergefährlich und wirkt schliesslich auch noch stark bleichend und desinfizirend, was besonders bei der Entfettung von Knochen zur Darstellung von Leim von Vortheil ist. Die Extraktion ist bei 30 bis 40° unter einem Druck von 5 bis 6 Atm. vorzunehmen.

Für die Knochenentfettung (vgl. oben) ist das Extraktionsverfahren erst in neuerer Zeit eingeführt worden, seitdem die Knochenpreise gestiegen und das Knochenmehl billiger geworden ist. Hierdurch wurde den Fabriken die Pflicht auferlegt, jedes Nebenprodukt — hier das Fett — zu verwerthen, selbst wenn dadurch kostspielige Neuanlagen bedingt werden.

Von den zahlreichen Konstruktionen sei der vielfach eingeführte Apparat von J. Pallenberg (Mannheim) beschrieben (Fig. 15). Derselbe besteht aus dem Extraktionsgefäss *E* mit Dampfschlange, Manometer, Absperrventilen und Ablasshähnen; dem Benzinbehälter *B* mit Benzinstandzeiger, Sicherheitsventil, Manometer, Ablasshähnen etc.; dem Destillator *D* mit Fettstandzeiger, Brause, Absperrventilen und Ablasshähnen; dem Kondensator *C* mit Kühlschlange und Hähnen; dem Wasserscheider *W* als Woulfe'sche Flasche mit diversen Hähnen.

Das Extraktionsgefäss ist ein aufrechtstehender Blechcylinder mit eingelegtem Siebboden, unter welchem eine Heizschlange für direkten Dampf angebracht ist; dasselbe wird durch das obere Mannloch vollständig mit rohen

Knochen gefüllt und das in einem cylindrischen, schmiedeisernen Behälter befindliche Benzin mittelst Luftpumpe oder direkten Dampfes in denselben gedrückt und durch die Heizschlange erhitzt. Die entstehenden Dämpfe verdrängen die Luft aus den Poren der Knochen, sowie aus dem Gefässe selbst. Ist dies geschehen, so wird der Extraktor vollständig geschlossen und das Benzin in demselben weiter so stark erhitzt, dass ein Druck von mehreren Atmosphären entsteht, den man einige Zeit anhalten lässt, um das Fett durch die bis in das Innerste eindringenden Benzindämpfe zu lösen. Nach beendeter Entfettung lässt man die Flüssigkeit in den Destillator abfliessen. Dieser Apparat, ein schmiedeisernes, cylindrisches Blechgefäss, besitzt am Boden ebenfalls eine Heizschlange, um das Benzin von dem Fette abzudestilliren. Die entstehenden Benzindämpfe strömen in den

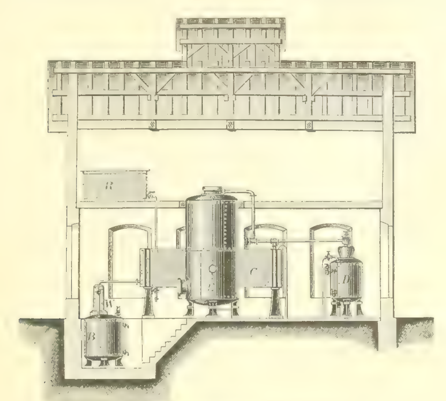


Fig. 15. Extraktionsapparat von Pallenberg

Kondensator, werden hier verdichtet und fliessen durch die Woulfe'sche Flasche *W*, in der eine Trennung vom Wasser stattfindet, in den Benzinbehälter zurück. Ist die Flüssigkeit vollständig aus *E* heraus, so wird das Ventil im Abflussrohre geschlossen und mittelst direkten Dampfes der Inhalt weiter erhitzt, wodurch das den Knochen noch anhaftende Benzin verdampft und ebenfalls im Kondensator verdichtet wird. Von dem Inhalte von *D* können von Zeit zu Zeit Proben entnommen werden, um zu untersuchen, ob das Fett benzinfrei ist. Nachdem dies konstatirt, kann dasselbe in Fässer abgelassen werden. Die entfetteten Knochen werden durch das untere Mannloch aus dem Extraktor entfernt. Nach Angabe des Fabrikanten erzielt man eine vollständige Fettausbeute, welche natürlich nach dem Alter verschieden ist und gewöhnlich 8 bis 10 % des Gewichtes der Knochen beträgt, während bei der Entfettung mittelst siedenden Wassers höchstens ein Drittel des in den Knochen enthaltenen Fettes gewonnen wird.

Der Apparat wird für eine tägliche Knochenverarbeitung von 3000 bis 10000 kg hergestellt. Die Knochen verlassen den Apparat entfettet und staubtrocken, so dass eine Darre nicht mehr nöthig ist.

Sehr verbreitet ist zu demselben Zweck ferner der Apparat von Berliner (Ohlau), der ohne Benzinüberdruck arbeitet. Erwähnt seien ferner die Konstruktionen von M. Friedrich & Co., Leipzig-Plagwitz (D.R.P. Nr. 38453) und Büttner (D.R.P. Nr. 32955; Z. 1885. 1077).

5. Reinigen der Oele.

Die nach einem der obigen Verfahren dargestellten Oele sind für die meisten Verwendungen noch von den vorhandenen Verunreinigungen zu befreien. Als solche kommen wesentlich in Betracht: mechanische Verunreinigungen (Fasern, Gewebe etc.) und Eiweiss, Schleim, Harz, Kleber, Leim, riechende und färbende Bestandtheile. Ihre Entfernung erfordert mechanische und chemische Methoden.

Mit dem Raffiniren beschäftigen sich meist besondere Fabriken.

Die mechanischen Verunreinigungen des Oeles kann man durch einfaches Stehenlassen in grossen Klärbehältern entfernen, unter Umständen durch vorsichtiges Erwärmen mit eingelegten Dampfschlangen oder durch Einrühren fester Körper, wie Kieselsäure, Torf, Kohle, die

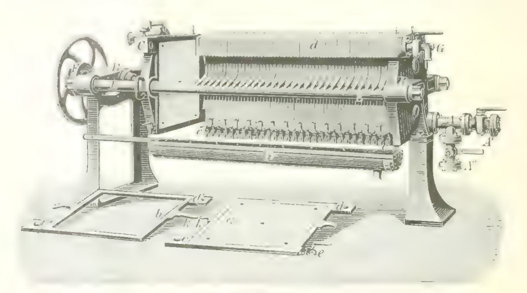


Fig. 16. Filterpresse.

beim Niederfallen die Verunreinigungen mit sich reissen. Ein grosser Mangel hierbei ist, dass das Oel, längere Zeit in grosser Oberfläche der Luft ausgesetzt, leicht ranzig wird; man muss daher möglichst in geschlossenen Gefässen arbeiten. In den meisten Fällen dürfte sich jedoch ein Filtriren empfehlen, das durch Papier, Baumwolle, Watte, Kohle, Moos, Sand etc. vorgenommen und zweckmässig durch erhöhten Druck beschleunigt wird.

Für die Zwecke der Grossindustrie nimmt man die Filtration meist in besonderen Filterpressen vor, gleichsam einer Kombination mehrerer neben einander gleichzeitig wirkender Filter, von denen Fig. 16 eine Konstruktion von Wegelin & Hübner (Halle a. S.) zeigt, die gestattet, jede Art Oele ohne Beaufsichtigung schnell völlig klar zu filtriren.

Die beiden Endstücke *B* und *B'* sind durch die Stäbe *E* verbunden, auf denen das Kopfstück *C* beweglich ist. Zwischen *B* und *C* befinden sich die eigentlichen Filtrirkammern (10 bis 30 an der Zahl), von denen (s. Fig. 16) jede einzelne aus einer Filterplatte *a* nebst einem Rahmen *b* besteht; *a* und *b* ruhen mit den Knaggen *k* auf den Stäben *E*; nachdem die genügende Zahl Filterkammern aus *a b*, *a' b'*, *a'' b''* etc. kombinirt ist, werden durch Anziehen des Rades *F* sämmtliche

Rahmen fest an einander und an das Kopfstück C gedrückt. Jede der entstandenen einzelnen Filterkammern ist folgendermassen eingerichtet (s. Fig. 17).

Die Filterplatte *a* ist nach beiden Seiten durch Siebe *s* begrenzt, zwischen denen (in der Mitte) eine Zwischenwand *f* (s. Fig. 17) mit senkrechten Rillen steht; auf beiden Seiten kommt ein Filtrirtuch (in Fig. 17 nicht gezeichnnet), das *a* von dem Rahmen *b* abgrenzt. Durch die Löcher *c*, *c'*, *c''* etc. in Rahmen und Platte — die mit der Rohrleitung *A* in Verbindung stehen — wird ein Kanal *c* (s. Fig. 16) gebildet, durch welchen das Oel in den Rahmen *b* eintritt; durch die Oeffnungen *d*, *d'*, *d''* etc. entsteht ein entsprechender Kanal, der mit *G* in Verbindung ist. Lässt man durch Röhre *A* das Oel unter Druck[1]) eintreten, so dringt es durch Kanal *c* zunächst in den Rahmen *b*, während die Luft durch Kanal *d* in die Röhre *G* entweicht, die hiernach geschlossen wird. Von *b* aus ergiesst sich das Oel nach rechts und links durch die Filtrirtücher und Siebe *s* in die Hohlräume einer jeden Filtrirplatte *a* und spritzt an die gerillte Zwischenwand derselben; in den Hohlräumen angebrachte Rinnen leiten es dann zu den Hähnen *e*, e_1 etc., aus denen es in die Hauptrinne *D* fliesst.

Nach mehrtägiger Filtration häuft sich so viel Schmutz in der Presse an, dass die Filtrirtücher gewechselt werden müssen; zu dem Ende wird *A'* geschlossen, *A''* und *G* zur Entleerung des Apparates geöffnet, worauf die Kammern aus einander genommen werden.

Die Presse wird für 10 bis 30 Kammern geliefert; erstere filtriren in 24 Stunden 200 bis 300 kg, letztere 1500 bis 2000 kg Oel.

Fig. 17.
Schema der Filterpresse.

Chemische Reinigung. Zur chemischen Reinigung sind sehr zahlreiche Vorschläge gemacht; indessen haben sich in grösserem Massstab nur Schwefelsäure, Aetznatron und Chlorzink bewährt.

a) **Die Schwefelsäure** ist zuerst 1790 von Gowen zum Raffiniren des Rüböles benutzt worden. Sie wirkt schon in Mengen von 0,5 bis 1,5 % zersetzend auf die Verunreinigungen ein; durch grössere Mengen wird auch das Oel zerlegt. Thénard mischte 100 Thle. Oel bei 38° mit 1 bis 2 Thln. Schwefelsäure und verrührte die Mischung nach 24stündigem Stehenlassen mit 64 Thln. Wasser von 60°, bis eine milchige Flüssigkeit entstand. Nach mehrtägigem Absetzen wurde das Oel mit dem halben Gewicht warmen Wassers gewaschen und dann filtrirt.

Cogan mischt 400 bis 500 kg Oel mit 5 kg Schwefelsäure, die mit 5 kg Wasser verdünnt und dem Oel in drei Portionen zugesetzt wird. Die erhaltene, theerähnliche Masse bleibt 12 Stunden ruhig stehen und kommt dann in einen kupfernen Kessel, in welchen mittelst drei Brausen direkter Dampf eingeleitet und die Mischung mehrere Stunden auf 100° erwärmt wird. Dann lässt man die Flüssigkeit in einem konischen Kühler erkalten, zieht unten die verdünnte, schwarzgefärbte Säure ab und hierauf das klare Oel; das zurückbleibende trübe Oel bleibt für eine neue Operation zurück.

Nach der in Deutschland meist angewandten Methode arbeitet man folgendermassen: Dem auf 30 resp. 60 bis 70° erwärmten Oel

[1]) Man arbeitet mit Pumpen oder bewahrt das Oel in einem hochgelegenen Bassin auf.

setzt man in dünnem Strahl unter ständigem Rühren im ersten Fall 0,7 bis 1 %, im zweiten 0,5 bis 0,7 % Schwefelsäure zu. Die verkohlten Verunreinigungen vereinigen sich allmählich zu schwarzen Flocken und nach etwa 1 Stunde zeigt eine auf einen Porzellanteller gebrachte Probe, dass das Oel klar ist. Dann kann man nach folgenden zwei Methoden weiter arbeiten:

α) Man setzt 25 bis 30 Vol.-% Wasser von 35 bis 40° zu, mischt beide Flüssigkeiten und füllt sie in ein anderes Gefäss über; nach einigen Tagen bildet sich eine säurehaltige Schicht und eine solche von schwarzen Flocken, über welchen sich das Oel befindet; durch Hähne in verschiedener Höhe trennt man die Flüssigkeiten und erhält nach längerem Stehen aus der flockigen Schicht eine neue Menge Oel. Die Rückstände werden in der Weissblechfabrikation, in Zuckerfabriken und Gerbereien verwerthet.

β) Nachdem man die Mischung 6 bis 8 Stunden hat stehen lassen, wird das klare Oel in ein grösseres Gefäss abgeschöpft und mit 25 bis 33 Vol.-% Wasser von 30 bis 60° unter Vermeidung einer Schaumbildung gut durchgemischt. Nach geschehener Klärung trennt man Oel und Säure und wäscht 1- bis 2mal. Eine Klärung durch Filtration ist angebracht.

Beim Auswaschen hat man stets darauf zu achten, dass alle Säure entfernt wird, da das Oel sonst bei Benutzung als Leuchtmaterial (durch Verkohlung des Dochtes) sowie zum Schmieren (durch Angriff des Lagermetalles) schädlich wirkt. Zur völligen Neutralisirung wird in manchen Fabriken dem Waschwasser etwas Soda, Kreide, Aetzkalk etc. zugesetzt.

Das Mischen von Oel mit Säure und das nachfolgende Waschen besorgt man in besonderen Rührwerken, die durch Bleiüberzug vor der Einwirkung der Säure geschützt werden müssen. Ferner erzielt man durch Einleiten von Luft mittelst eines Körting'schen Saugeapparates oder dergl. eine intensive Mischung von Säure und Oel, welche die Reinigung sehr befördert (Johnson, Michaud, D. **171**. 158; **193**. 147).

In eigenartiger Weise wirkt der Centrifugal-Emulsor der Actiebolaget-Separator (Stockholm)[1]. Dieser zum innigen Verrühren von Oel und wässerigen Lösungen (oder Wasser) bestimmte Apparat besteht im Wesentlichen aus zwei mit ihren hohlen Seiten gegen einander gekehrten Tellern, die an einer gemeinsamen senkrechten hohlen Welle sitzen und mit einer Geschwindigkeit von 6000 bis 7000 Umdrehungen in der Minute rotiren. Zwischen beiden Tellern ist ein verstellbarer Zwischenraum von 0,05 bis 2 mm gelassen, welchen die Mischung passiren muss; je kleiner der Zwischenraum ist, um so feiner wird die Emulsion. Aeusserlich ähnelt der kontinuirlich arbeitende Apparat dem de Laval'schen Milchseparator (s. Bd. IV). Die erhaltenen Emulsionen werden, insofern sich dieselben nicht beim blossen Stehen wieder vollständig entmischen, mittelst des de Laval'schen Separators getrennt.

Von Ekenberg ist ein System zur Reinigung von Oelen angegeben, nach welchem dieselben kontinuirlich durch ein System von Emulsoren und Separatoren hindurchlaufen und auf diesem Wege der

[1] V[illegible] Humboldt (Chemnitz) werden Centrifugal-Emulsoren hergestellt.

Einwirkung der Reagentien sowie den erforderlichen Waschungen unterworfen werden. Hat man eine Waschbatterie nach Ekenberg einmal im richtigen Gang, so bietet sie nach Benedikt (Z. ang. Ch. 1893. 672) ausser der Möglichkeit, kontinuirlich zu arbeiten, noch folgende Vortheile:

1. Das Rohöl kann, wie es von den Pressen kommt, in der Regel direkt verarbeitet werden, doch kann man, wo man es vortheilhaft findet, zuerst mit Wasser emulgiren und separiren, wobei die Zellreste u. dgl. vom Wasser mitgerissen werden.

2. Beim Raffiniren mit konzentrirter Schwefelsäure werden 40 bis 60% Fett weniger verseift als bei dem gewöhnlichen Verfahren, das Produkt ist dementsprechend weniger sauer.

3. Der Separator scheidet die Schwefelsäure bis auf etwa 0,2% ab, was sonst nur durch mehrtägiges Stehen erreicht werden kann.

4. Der Rest von Schwefelsäure ist durch einmaliges, höchstens zweimaliges Waschen vollständig zu entfernen.

5. Behandelt man das Oel nach dem Raffiniren mit Schwefelsäure direkt mit Alkali, so ist der Verbrauch desselben, falls keine freien Fettsäuren vorhanden sind (Mineralöle), ein minimaler, weil eben nur 0,2% Schwefelsäure zurückgeblieben sind.

6. Die Ausbeute ist grösser.

7. Freie Fettsäuren können bis auf 0,05 bis 0,10% ausgewaschen werden.

Die Behandlung der Oele mit Aetzkali oder Aetznatron kann leicht die Entstehung von Emulsionen bewirken, die sich schlecht klären und Verluste hervorrufen. Das Oel wird natürlich bei diesem Verfahren völlig säurefrei. Bareswil (D. 149. 80) verrührt das Oel mit 2 bis 3% konzentrirter Kali- oder Natronlauge unter allmählichem Erwärmen und lässt es dann sich absetzen. Die Rückstände werden in der Seifenfabrikation verwerthet. Das Verfahren soll gute Resultate liefern. Mit ca. 0,6% konzentrirter Ammoniakflüssigkeit arbeiten de Keyser und Co. (D. 191. 294) und erzielen zumal für Schmierzwecke gute Oele. Die Reinigung mit Kalkwasser und kohlensauren Alkalien hat vielfache Uebelstände.

c) Wagner (D. 130. 423) zerstört die Verunreinigungen des Oeles durch Chlorzink, indem er 100 kg mit 1,5 kg einer wässerigen Lösung desselben vom spezifischen Gewicht 1,85 gut mischt, wobei sich dunkle Flocken abscheiden. Nachdem Dampf eingeleitet ist, lässt man die Flüssigkeit sich klären und wäscht dann.

d) Betreffs anderer Verfahren vgl. o. S. 8.

Bleichen und Geruchlosmachen der Oele. Während nach den obigen Verfahren schon die meisten Farb- und Riechstoffe entfernt werden, kommt es zuweilen auf deren möglichst vollständige Beseitigung an; hierzu dienen folgende Methoden:

Zum Desodorisiren ist Filtration durch Knochenkohle am wirksamsten; sehr wirksam soll auch Ulmenrinde sein. Auch Alkalien dienen zu diesem Zweck. Andere Methoden sind Einrühren von Kaolin, Moostorf (D.R.P. Nr. 25995) etc. Durch Einwirkung des Sonnenlichts findet die sogen. Naturbleiche statt, die sich oft wochenlang hinzieht. Zusatz von Alkohol oder Eisenvitriollösung soll die Wirkung beschleunigen. Zur Schnellbleiche benutzt man Ozon,

Wasserstoffsuperoxyd, Kaliumpermanganat (2%, 10% rohe Salzsäure, 100% Wasser), Kaliumbichromat (mit Salzsäure oder Schwefelsäure), Chlor oder schweflige Säure. Je nach Beschaffenheit des zu verarbeitenden Oels, den Anforderungen an das Produkt und den verfügbaren Mitteln wird man die Auswahl treffen (vergl. Bornemann).

Spezielle Darstellungsmethoden der Oele.

a) Nicht trocknende Oele.

1. Olivenöl.

Speiseöle (Provenceröle (nur kalt gepresst) und nicht geniessbare Baum- oder Fabriköle (Brenn-, Nachmühlen-, Höllenöle), Sulfuröl.

Das Oel stammt aus den Früchten des Oelbaumes (Olea europaea), der an den Küsten des Mittelmeeres gedeiht. Die im November und Dezember gepflückten Früchte werden für die besten Oelsorten, nachdem sie zerquetscht sind, zunächst schwach, bei gewöhnlicher Temperatur gepresst und liefern dann als feinstes Speiseöl das Jungfernöl. Der aus den Trestern (in Italien sanza genannt) gebildete Presskuchen wird zerkleinert, mit heissem Wasser digerirt und nochmals gepresst, worauf man das Oel in besonderen Gefässen vom Wasser sich scheiden lässt. In ähnlicher Weise finden dann noch 2 bis 3 Nachpressungen statt. Werden die fleischigen Theile der Rückstände von den kernigen getrennt und erstere nochmals gepresst, so erhält man das Nachmühlenöl. Ueberlässt man hierauf die Pressrückstände einige Monate in Gruben (enfers) mit Wasser einer Gährung, so scheidet sich an der Oberfläche des Wassers das Höllenöl aus.

Eine besondere Art dieser Oele ist das Tournantöl, das mit Schwefelsäure zersetzt das Türkischrothöl liefert, eine Beize für Krapp, Alizarin etc. (vgl. Färberei, Bd. IV).

Gegenwärtig arbeitet man meist rationeller, indem man die zerquetschten Früchte mit hydraulischen Pressen erst unter gelindem, dann starkem Druck, schliesslich unter Erwärmung behandelt und hierauf die Pressrückstände durch Extraktion mit Schwefelkohlenstoff auf Sulfuröl verarbeitet [1]).

2. Olivenkernöl

wird aus den bei erstgenanntem Prozess abfallenden Kernen durch Pressen oder Extraktion gewonnen.

3. Mandelöl

stammt von den süssen oder bitteren Mandeln von Amygdalus communis, die gesiebt, von Bruchstücken befreit, auf Kollermühlen gemahlen und kalt gepresst werden. Man wendet die Mischung beider

[1]) Die [illegible] der Fabrik von [illegible] in Pisa fasst 12500 kg Pressrückstände, [illegible] Stunden werden 2500 bis 3000 kg Oel gewonnen. Im Jahre 1880 verarbeitete nach Roth (W. J. **1880**. 840) die grösste der in Bari, Lecce und Kalabrien befindlichen Fabriken täglich 75000 kg Pressrückstände.

Varietäten oder die bitteren Mandeln allein an. Die Presskuchen werden zerkleinert und nochmals verarbeitet. Die verbleibenden Oelkuchen finden zermahlen als Mandelkleie in der Kosmetik Verwendung.

4. Pfirsich-, Aprikosen-, Pflaumen-, Kirschkernöl

findet sich in Mengen von 25 bis 45% in den Samen genannter Früchte und wird durch Zerstossen und Pressen derselben gewonnen.

5. Senföl

wird aus schwarzem Senf. (Brassica nigra) und aus weissem (Sinapis alba) bereitet. Beide Pflanzen werden wie Rübsaat in Deutschland gebaut. Hauptkulturländer für weissen Senf sind England, Ostindien, Südeuropa. Die Samen werden extrahirt oder gepresst; das Pressgut wird auf ätherisches Senföl verarbeitet (vgl. ätherische Oele).

6. Ricinusöl

findet sich in den Samen von Ricinus communis, des gemeinen Wunderbaumes, und wird erst neuerdings in Deutschland gewonnen. Die Samen stammen meist aus Amerika, Italien und Indien; die indischen enthalten am wenigsten Oel (40%), die anderen bis zu 60%. Die beste Sorte Oel erhält man durch Pressen der zerkleinerten, auf 80° erwärmten Samen. Die Nachpressung liefert ein geringwerthigeres, die dritte Pressung ein dunkles Oel. Als Ausbeuten werden folgende angegeben: 20% Ia Oel, 10% IIa Oel, 8% IIIa Oel, ferner 9% Schalen und 43% Presskuchen; der Rest ist Verlust.

Das ausgepresste Oel muss zur Reinigung mit dem gleichen Volumen Wasser zum Kochen erhitzt werden, wobei Schleim- und Eiweissstoffe zu Boden fallen. Zur Bleiche setzt man das Oel dem Sonnenlicht aus oder filtrirt durch Knochenkohle; in ersterem Fall wird das Oel, der Luft ausgesetzt, leicht ranzig; vor Zutritt derselben ist es möglichst zu schützen.

7. Rüböl.

Die Brassica-Arten, die zur Rübölbereitung dienen, sind wesentlich: Raps (Reps, B. napus) und Rübsen (Kohlsaat, Colza, B. Rapa). Beide Pflanzen kultivirt man fast in allen Kulturländern.

Man unterscheidet die Sommervarietäten (im Frühling gesät und im Herbst geerntet) von den ölreicheren und mehr verbreiteten Wintervarietäten (Anfang des Herbstes gesät und im Sommer geerntet). Aus den in Schoten befindlichen Samen wird das Oel durch zwei- bis dreimaliges warmes Pressen oder durch Extrahiren gewonnen: im ersteren Fall gewinnt man aus Sommersaat 28%, Wintersaat 33%, Kohlsaat 36% Oel. Die Presskuchen enthalten noch 7,5 bis 10,1% Oel. Die Extraktion liefert 36 bis 50% Oel und die Rückstände enthalten 2 bis 3% desselben. Das extrahirte Oel ist reiner wie das gepresste.

Gereinigt wird das Oel gewöhnlich, indem man es mit 1% Schwefelsäure so lange rührt, bis eine grüne Flüssigkeit entsteht, die man klären lässt, worauf 70% Wasser von 50° zugesetzt werden, sowie event. noch 1,5% gebrannter Kalk, der mit der 10fachen Menge Wasser in

Kalkmilch verwandelt ist. Man rührt gut durch und lässt 1 bis 2 Wochen klären. Das Oel wird abgezogen, die zurückbleibende Mischung von Oel und Schmutz mit zerkleinerten Oelkuchen gemischt und nochmals gepresst. Der Verlust beträgt höchstens 2% (Lichtenberg durch Bornemann).

8. Sesamöl

(nicht zu verwechseln mit deutschem Sesam- oder Leindotteröl), stammt aus den Samen von Sesamum indicum, die in wärmeren Ländern (Ostindien, Nordägypten, Griechenland etc.) gedeiht. Im Handel werden indische, afrikanische und kleinasiatische Saat unterschieden, von denen die erstere am verbreitetsten ist. Die Pressung geschieht dreimal: einmal kalt, dann mit kaltem Wasser benetzt und schliesslich in feuchtem Zustand in der Wärme. 100 kg Levantiner Saat liefern 30 kg superfeines, 10 kg kaltgepresstes und 10 kg warmgepresstes Oel.

9. Erdnussöl, Arachisöl

wird aus den Erdnüssen, Erdpistazien, den Früchten von Arachis hypogaea gewonnen, die weit verbreitet in den Tropen, auch in Südeuropa kultivirt wird. Die entschälten Nüsse werden nach sorgfältiger Reinigung und Zerkleinerung erst kalt, dann 2- bis 3mal warm gepresst. Die Ausbeute ist verschieden: aus Sierra Leone-Nüssen erhält man bis 45% Oel, diejenigen aus Ostindien geben 36 bis 37% und unenthülste nur 30%.

Die Ausbeute bei der Gewinnung der wichtigsten nicht trocknenden Oele, sowie das Gewicht der Saaten gibt nachstehende Tabelle nach Bornemann.

Name des Oeles	Gewicht von 1 hl Saat	Oelgehalt der Saat	Oelausbeute in % bei der	
	kg	%	Pressung	Extraktion
Acajouöl	—	40 bis 50	—	—
Apfelkernöl	—	12 bis 15	—	—
Aprikosenkernöl	57,5	40 bis 45	—	—
Behenöl	—	30 bis 35	25	—
Birnenkernöl	—	12 bis 15	—	—
Buchenkernöl	63,45; enthülst	20 bis 43,5	18 bis 20; warm	—
Carapaöl	—	40 bis 70	35	—
Catappaöl	—	28	—	—
Crotonöl	48,73	30 bis 45	20 bis 25; kalt 30 bis 33; warm	40
Erdmandelöl	—	20	16	—
Erdnussöl	62,15; enthülst	38 bis 50	30 bis 45	—
Haselnussöl	[illegible]4,45; geschält	50 bis 65	60	—
Hederichöl	—	30 bis 35	—	—
Kirschkernöl	—	25 bis 30	—	—
Maisöl	—	6 bis 9	[illegible]	—
Mandelöl, süss	58,92	45 bis 55	—	—
Mandelöl, bitter	—	30 bis 50	—	—
Olivenöl	—	56 bis 70	—	—
Olivenkernöl	67,1	12 bis 39	—	

Name des Oeles	Gewicht von 1 hl Saat	Oelgehalt der Saat	Oelausbeute in % bei der	
	kg	%	Pressung	Extraktion
Paranussöl . . .		60 bis 67	—	—
Pfirsichkernöl . .		32 bis 35	30	-
Pflaumenkernöl .		25 bis 30	20	
Purgirkörneröl .	56,82	35 bis 44	—	—
Purgirnussöl . .	54,8	30 bis 45	-	—
Rettigöl	64 bis 68,6	36 bis 50	38 bis 40	–
Ricinusöl	56,1; enthülst	40 bis 69	38	46
Rosskastanienöl .	57,4	5 bis 10	–	—
Rüböl	62 bis 73	33 bis 43	28 bis 36	36 bis 50
Senföl, schwarz .	70 bis 72,6	15 bis 31,93	—	—
Senföl, weiss . .	66 bis 75,43	25 bis 35	—	—
Sesamöl	62 bis 64	35 bis 54	—	—
Spindelbaumöl . .	57,6	28 bis 45	45 bis 50	

b) Trocknende Oele.

10. Leinöl

wird aus den Samen des Flachses oder Leines (Linum usitatissimum) gewonnen. Gebaut wird diese Pflanze hauptsächlich in Nordeuropa, ferner am Schwarzen Meer, in Italien, der Türkei etc. Da sie meist zur Gewinnung von Faserstoff kultivirt wird (Nordrussland ausgenommen), so ist der Samen nicht völlig ausgereift, und man muss ihn durch zwei- bis sechsmonatliches Lagern — nachreifen lassen.

Gepresst wird meist 2- bis 3mal in der Wärme; kalt nur für Speisezwecke.

Gereinigt wird das Oel meist mit Schwefelsäure; auch Thierkohle, Gerberlohe sind empfohlen. Cattanach (D.R.P. Nr. 11213) erhitzt das Oel mit 20 Vol.-% Wasser auf 120°; das gerinnende Eiweiss reisst mechanische Verunreinigungen etc. mit nieder, und nach 24 Stunden kann das geklärte Oel abgezogen werden.

Zum Bleichen wird häufig das Oel mit 1 bis 2 % Kalilauge von 36° Bé. bis nahe zum Kochen erhitzt, geklärt und dann bei etwa 35° mit Kaliumbichromat und Salzsäure versetzt. In die hellgrün gefärbte Masse rührt man etwas Chlorzink (?) ein und lässt absitzen. Auch lässt sich das Oel unter Zusatz von etwa 5 kg einer ca. 30%igen, wässerigen Eisenvitriollösung auf 9 kg Oel im Sonnenlicht bleichen.

11. Baumwollsamenöl, Baumwollsaatöl, Cottonöl.

Das Oel wird aus den Samen der Baumwollstaude, besonders von Gossypium herbaceum, gewonnen, die in Amerika, Afrika, Asien (zwischen 40° nördl. und 33° südl. Breite), ferner in den südlichen Theilen von Spanien, Italien und Russland angebaut wird.

Die Fabrikation von Baumwollsamenöl findet im allergrössten Massstab in Amerika statt, wo die Vereinigten Staaten jährlich ca. 410 000 t Samen verarbeiten.

Nachdem in den Egrenirmaschinen die Baumwolle von den Samen getrennt ist, kommen letztere zur Abscheidung der Hülsen in

einen Cylinder mit rotirenden Messern. Die geschälten Samen werden durch eiserne Walzen zu Kuchen gepresst, die in eisernen Wärmpfannen auf 75 bis 88° unter Umrühren erhitzt werden, bis die Zellen zerrissen sind und das Oel ausfliessen kann. Dann wird in Säcke gefüllt und mit hydraulischen Pressen gepresst. Man erhält aus 1000 kg Saat 490 kg Hülsen, 10 kg Baumwolle, 365 kg Presskuchen und 135 kg Rohöl. Ueber die Statistik der amerikanischen Fabrikation vergl. Pribyl (W. J. **1883**. 1148).

Auch durch Extraktion mit Petroleumäther, Benzin, Schwefelkohlenstoff gewinnt man aus importirter Saat viel Oel, namentlich in Frankreich, England, Belgien.

Das dickflüssige, trübe, braunschwarze Oel wird für die meisten Zwecke noch gereinigt. Nachdem man es durch Stehenlassen von einem schlammigen Bodensatz getrennt hat, mischt man so viel Natronlauge von 13° Bé. unter lebhaftem Umrühren zu (etwa 7%), als eine Vorprobe als erforderlich erwiesen hat, und lässt — eventuell unter Salzwasserzusatz — das Oel sich von der leimigen und wässerigen Schicht trennen. Die Arbeit ist erforderlichenfalls zu wiederholen; die Ausbeute ist etwa 82%. — In Frankreich verwendet man 3 bis 4% Natronlauge von 36° Bé., die dem auf 70 bis 75° erhitzten Oel zugemischt wird; der Verlust ist dann etwa 15%.

Auch Kalkmilch (bis 25 Vol.-%) ist zur Reinigung vorgeschlagen; Hunt und Wilson verwenden Natronwasserglas. — Longmore (D.R.P. Nr. 27311) will den rothen Farbstoff des Rohöles gewinnen. Um das raffinirte, hellgelbe Oel noch zu bleichen, wird meist Chlorkalk mit oder ohne Zusatz von Salzsäure verwendet; auch lebhaftes Durchmischen mit verdünnter Kalilauge erfüllt denselben Zweck.

Als Baumwollstearin oder vegetabilisches Margarin kommt ein durch Abkühlen und Abpressen aus dem Oel erhaltenes festes Fett in den Handel. (Vergl. auch Bd. IV.)

Die Ausbeute bei der Bereitung der wichtigsten trocknenden Oele, sowie das Gewicht der Oelsaaten gibt nachstehende Tabelle nach Bornemann.

Name des Oeles	Gewicht von 1 hl Saat	Oelgehalt der Saat	Oelausbeute in % bei der	
	kg	%	Pressung	Extraktion
Bankulnussöl	46,9; entschält	47 bis 66	56 bis 57	—
Baumwollsamenöl	63	12 bis 40	13,5 bis 18; warm	20 bis 25
Distelsamenöl	64,8	20 bis 35	25	—
Fichtensamenöl		25 bis 30	24	—
Gurkenkernöl	—	bis 25	—	—
Hanföl	50 bis 56	30 bis 35	20 bis 25	30 bis 32
Hirsenöl		18 bis 19 (Abfall)	—	—
Hornmohnöl	65 bis 66,5	27 bis 38	31 bis 32; warm	—
Kiefersamenöl	—	25 bis 30	24	—
Klettenöl	51,6	19 bis 30	—	—
Kressenöl	75,4	24 bis 60	—	—
Kürbiskernöl	38,7 bis 74	20 bis 39	—	—
Lallemantiaöl	—	29,6 bis 33,5	—	—
Leindotteröl	65 bis 70	25 bis 32	18 bis 20; kalt 23 bis 25; warm	bis 28

Name des Oeles	Gewicht von 1 hl Saat	Oelgehalt der Saat	Oelausbeute in % bei der	
	kg	%	Pressung	Extraktion
Leinöl	70 bis 75	30 bis 38	20 bis 21; kalt 25 bis 28; warm	32 bis 33
Madiaöl	45,7	32 bis 40	24 bis 26; kalt 30 bis 35; warm	
Melonenöl . . .	—	bis 30	—	
Mohnöl	60,8	38 bis 60	37 bis 40; kalt 50; warm	—
Nigeröl	—	40 bis 45	35 bis 40	—
Oelfirnissbaumöl .		—	35; kalt	
Rothrepsöl . . .	—	25 bis 30	—	—
Saffloröl		30 bis 35	—	—
Sojabohnenöl . .		18		—
Sonnenblumenöl .	44	22 bis 35	18 bis 20; kalt 32 bis 36; warm	—
Tabakssamenöl .	—	30 bis 32	—	—
Tannensamenöl .	—	25 bis 30		—
Tollkirschenöl . .	—	—		—
Traubenkernöl . .	—	10 bis 20	10 bis 12	10
Walnussöl . . .	44,2; entschält	40 bis 64	40 bis 50	—
Wausamenöl . .	—	30	26	—

Eigenschaften der Fette und Oele. 1. Zusammensetzung. Die Fette und Oele bestehen im Wesentlichen aus Triglyceriden (Glycerinäther) der Stearinsäure ($C_{18}H_{36}O_2$), Palmitinsäure ($C_{16}H_{32}O_2$) und Oelsäure ($C_{18}H_{34}O_2$). Tristearin (Stearin)[1]) ist synthetisch — im Sinne nachstehender Gleichung — dargestellt worden:

$$\underset{\text{Glycerin}}{C_3H_5(OH)_3} + \underset{\text{Stearinsäure}}{3C_{18}H_{36}O_2} = \underset{\text{Tristearin}}{C_3H_5(OC_{18}H_{35}O)_3} + \underset{\text{Wasser}}{3H_2O}$$

Es bildet eine krystallisirte Masse vom Schmelzpunkt 55° resp. 71,6°, existirt also in zwei Modifikationen.

Das Tripalmitin, Palmitin, $C_3H_5(OC_{16}H_{31}O)_3$, das in entsprechender Weise erhalten ist, stellt kleine perlmutterglänzende Blätter dar, die bei 50,5° schmelzen. Dagegen ist das Trioleïn, Oleïn, $C_3H_5(OC_{18}H_{33}O)_3$ ein Oel, das erst in der Winterkälte erstarrt.

Ausser diesen Glyceriden finden sich in den Fetten und Oelen noch solche zahlreicher anderer gesättigter und ungesättigter Säuren vor, die nachstehend angegeben sind.

Gesättigte Säuren.	Ungesättigte Säuren.
Buttersäure $C_4H_8O_2$	Crotonsäure $C_4H_6O_2$
Valeriansäure $C_5H_{10}O_2$	Angelicasäure $C_5H_8O_2$
Capronsäure $C_6H_{12}O_2$	Hypogäasäure $C_{16}H_{30}O_2$
Caprylsäure $C_8H_{16}O_2$	Physetölsäure $C_{16}H_{30}O_2$
Caprinsäure $C_{10}H_{20}O_2$	Oelsäure $C_{18}H_{34}O_2$
Laurinsäure $C_{12}H_{24}O_2$	Döglingsäure $C_{19}H_{36}O_2$
Myristinsäure $C_{14}H_{28}O_2$	Erucasäure $C_{22}H_{42}O_2$
Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$	
Stearinsäure $C_{18}H_{36}O_2$	Ricinölsäure $C_{18}H_{34}O_3$
Arachinsäure $C_{20}H_{40}O_2$	Rapinsäure $C_{18}H_{34}O_3$
Medellinsäure $C_{21}H_{42}O_2$	
Behensäure $C_{22}H_{44}O_2$	Eläomargarinsäure $C_{17}H_{30}O_2$
Carnaubasäure $C_{24}H_{48}O_2$	Linolsäure $C_{18}H_{32}O_2$
Hyänasäure $C_{25}H_{50}O_2$	

[1]) In der Kerzenfabrikation wird unter Stearin nicht das Stearinsäureglycerid, sondern ein Gemisch von Stearinsäure mit Palmitinsäure etc. verstanden.

Gesättigte Säuren.	Ungesättigte Säuren.
[illegible]	Linolensäure $C_{18}H_{30}O_2$
[illegible]	Isolinolensäure $C_{18}H_{30}O_2$
[illegible]	

Auffällig ist, dass von der Capronsäure bis zu der Arachinsäure nur Säuren mit gerader Anzahl der Kohlenstoffatome im Molekül vorkommen.

Hervorzuheben ist das Vorkommen der Leinölsäuren in den trocknenden Oelen, der Physetölsäure in den Thranen.

Die flüssigen Fette sind meist als Lösungen der festen Glyceride in viel Oleïn aufzufassen, die beim Abkühlen Palmitin und Stearin abscheiden (erstarren), während in den festen Fetten Palmitin und Stearin überwiegt.

Ausser den Glyceriden der Fettsäuren enthalten die Oele und Fette noch freie Fettsäuren; indessen nur in minimalen Mengen, wenn das thierische Fett frisch dem Körper entnommen ist und der Samen oder die Frucht, dem das pflanzliche Oel entzogen wird, ausgereift ist. Dagegen zeigt längere Zeit aufbewahrtes Fett einen starken Gehalt an freien Fettsäuren — ebenso nicht ausgereifter oder schon zur Keimung gekommener Samen. Das Ranzigwerden von Fetten (Bildung von freien Säuren) ist nach Versuchen von Ritsert (Inaug.-Dissert. Bern 1890) durch absoluten Abschluss von Luft zu verhüten; ist diese Bedingung erfüllt, so hat die Einwirkung von Licht keinen Einfluss. Das Ranzigwerden ist nur als ein Oxydationsprozess durch den Sauerstoff der Luft, begünstigt durch Sonnenlicht (im Dunklen wirkt Sauerstoff nicht ein), aufzufassen, nicht als eine Einwirkung von Fermenten oder Bakterien [1]; auch Feuchtigkeit ist kein nothwendiger Faktor. Palmöl kann sich beim längeren Aufbewahren völlig in Glycerin und Fettsäuren spalten.

Nebenbestandtheile der Fette sind:

a) Unverseifbare, in Petroleumäther lösliche Körper: z. B. im Olivenöl 0,75%, im Rüböl 1%, im Schweinefett 0,23%, im Leberthran 0,46 bis 1,32%. Dieselben bestehen zum Theil aus Cholesterin (thierische Fette), Phytosterin (pflanzliche Fette) und Isocholesterin; ferner aus Paracholesterin und Caulosterin — isomeren alkoholartigen Körpern.

b) Lecithin, welches bei der Verseifung in Fettsäure, Glycerinphosphorsäure und Cholin zerfällt, findet sich in Fetten von Leguminosen, Gramineen und in einigen thierischen Fetten, zum Theil in nicht unerheblichen Mengen (6,5 bis 34,5%).

c) Schwefelhaltige Verbindungen von nicht bekannter Natur finden sich in den Oelen der Kruciferen (Rüb-, Senf-, Rettig-, Hederichöl, Leindotteröl etc.) vor.

d) Ferner kommen in wechselnden Mengen, je nach Art der Reinigung des Oeles, Farb- und Riechstoffe vor. Erstere bedingen meist die Färbungen mit chemischen Agentien; letztere sind oft charakteristisch (Lorbeerfett, Muskatbutter, rohes Rüböl etc.).

2. Allgemeines Verhalten. Die Fette sind Körper vom spezifischen Gewicht kleiner als 1, schwimmen also auf Wasser. Sie lösen sich leicht in Aether, Benzin, Chloroform, Schwefelkohlenstoff etc., schwerer in Alkohol (ausgenommen Ricinusöl). In Wasser lösen sie sich nicht; doch lassen sie sich durch andauerndes Schütteln damit zu einer milchigen Flüssigkeit emulgiren, am besten unter Zusatz von Aetzalkalien, Alkalikarbonaten, schleimigen Körpern, Galle etc.

Ueber ihre Eigenschaften, sich leicht auf der Oberfläche von Körpern zu vertheilen, ihre Schlüpfrigkeit vergl. unten bei Schmiermitteln.

In Folge ihres Verhaltens an der Luft werden sie in nichttrocknende und trocknende Oele unterschieden. Während erstere, lange Zeit in dünner Schicht der Luft ausgesetzt, flüssig bleiben (indessen ranzig werden, s. o.), erhärten letztere mehr oder weniger leicht zu einer hornartigen Masse; dem entsprechend sind gut und schlecht trocknende Oele zu unterscheiden. Das Trocknen beruht auf einer Sauerstoffaufnahme, durch welche die vorhandene Linol-, Linolen- und Isolinolensäure in Oxysäuren übergeführt werden (Bauer und Hazura, Monatsh. f. Chem. 1888. 465; Ch. Z. Rep. 1888. 248).

Je grösser die Oeloberfläche ist, desto schneller erfolgt die Oxydation, daher

[1] Aërobe und anaërobe Bakterien können sogar nur dann auf Fetten leben, wenn dieselben nicht zu viel Fettsäuren enthalten.

wird die Sauerstoffaufnahme durch Vertheilung des Oeles auf porösen Körpern gefördert. Da die Sauerstoffaufnahme bei den verschiedenen Oelen eine abweichende ist, so begründet Livache (Fr. 23. 262) hierauf eine analytische Methode.

Ebenso wie die ungesättigten Säuren resp. deren Glyceride Sauerstoff aufnehmen, addiren sie auch Jod (Brom), und dessen Menge (Hübl's Jodzahl) gibt ein wichtiges Merkmal der verschiedenen Fette, insbesondere zur Unterscheidung trocknender und nichttrocknender Oele.

Ueber das Verhalten Aetzkali und Aetznatron gegenüber wird im Abschnitt „Seife" und „Fettsäuren" näher eingegangen werden; es sei hier nur angeführt, dass eine Zersetzung in fettsaures Alkali (Seife) und Glycerin eintritt; auch diese Reaktion dient für analytische Zwecke (Köttstorffer'sche Verseifungszahl).

Wie sich die Fette gegenüber den Säuren und Salzen zeigen, wird unter Analyse besprochen werden.

Die speziellen Eigenschaften (die Bestimmungsmethoden der Eigenschaften s. u. Analyse) der verschiedenen Oele sind in nachstehenden Tabellen (S. 50 u. 51) zusammengefasst.

Analyse (vergl. Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten. Berlin 1892). 1. Um den Gehalt an Oel oder Fett in Pflanzentheilen, Presskuchen etc. zu bestimmen, bedient man sich am zweckmässigsten des Soxhlet-schen Extraktionsapparates, der in der mannigfachsten Weise modifizirt worden ist. Eine praktische Form zeigt Fig. 18. Die zu extrahirende Substanz wird in eine Hülse aus Filtrirpapier gefüllt, welche man durch Herumbiegen des Papiers um ein cylindrisches Holzstück herstellt. Damit die Heberöffnung am Boden des Apparates durch die Hülse nicht verschlossen werde, kann man dieselbe auf einen ringförmig gebogenen Blechstreifen stellen. Die Hülse soll nicht ganz angefüllt werden; um zu verhüten, dass kleine Theilchen der Substanz weggeschlämmt werden, legt man noch etwas Baumwolle auf. Das Rohr B wird mittelst eines Korkes in ein Kölbchen von ca. 100 ccm Inhalt eingesetzt, welches man vorher mit 50 ccm des Extraktionsmittels (Chloroform, Aether, Petroleumäther) beschickt hat, dann bringt man in den Extraktionscylinder so viel von derselben Flüssigkeit bis sie durch den Heber abfliesst, verbindet A mit einem Rückflusskühler und erwärmt das Kölbchen auf dem Wasserbade. Die Dämpfe der im Kölbchen befindlichen Flüssigkeit gelangen durch B nach A und auch zum Theil noch in den Kühler, wo sie kondensirt werden. Die Flüssigkeit sammelt sich in A an, durchdringt die Substanz und erreicht endlich den Stand h, worauf sie durch C abgehebert und A völlig entleert wird, — ein Vorgang, der sich je nach der Stärke des Erwärmens in der Stunde etwa 20 bis 30 mal wiederholt. Filter, auf welchen sich zu extrahirende Niederschläge befinden, werden einfach zusammengebogen und in den Apparat gebracht (Benedikt).

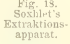


Fig. 18. Soxhlet's Extraktionsapparat.

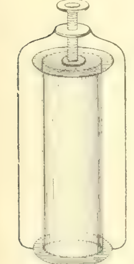
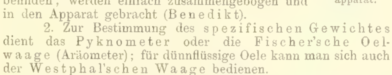


Fig. 19. Gintl's Pyknometer.



2. Zur Bestimmung des spezifischen Gewichtes dient das Pyknometer oder die Fischer'sche Oelwaage (Aräometer); für dünnflüssige Oele kann man sich auch der Westphal'schen Waage bedienen.

Die festen Fette prüft man zweckmässig im Gintl'schen Pyknometer, einem leichten, kleinen Glascylinder (Fig. 19), dessen Mündung mit einer gut aufgeschliffenen Glasplatte zu verschliessen ist; dieselbe wird durch eine Schraube, welche an einem Rahmen befestigt ist, fest gegen die Cylindermündung gedrückt. Nachdem der Wasserwerth des Apparates bestimmt ist, giesst man das geschmolzene Fett ein, so dass nach dem Erkalten eine Kuppe bleibt, die man durch die Platte fortschiebt, worauf die Schraube fest angezogen wird.

Nach einer von Hager vorgeschlagenen, von Dieterich modifizirten Methode lässt man das geschmolzene Fett in 60%igen Weingeist tropfen, darin 24 Stunden verweilen und setzt dann so lange stärkeren oder schwächeren Wein-

Name des Fettes resp. des Oeles	Spez. Gewicht (bei 15,5°)	[illegible] mit Wasser von 20°	Kälteverhalten[3]	Jodzahl	Verseifungszahl	Fettsäuren: Schmelzpunkt	Fettsäuren: Erstarrungspunkt	Bemerkungen
						Grad	Grad	
1. Thierische.								
Talg	0,925—0,961 (15°)		Schmelzpunkt 42,5 bis 50,5°	42—46	—	45,0	43,0	Die Höhe des Schmelzpunktes bestimmt den Werth des Talges.
Knochenfett	0,913—0,917 (15°)		0° schmalzartig, bis + 15° fliessend	52—71	191—203	30,0	28,0	
Fischthrane	0,915—0,930 (15°)		—	81—118	140—290	—	—	
Leberthran	0,908—0,927		—	123—153	171—189	—	—	Cholesteringehalt von 0,5 bis 1,3 % (6 %).
2. Pflanzliche								
a) feste:								
Kakaobutter	0,945—0,981 (15°)	—	Schmelzpunkt: 31 bis 35,5°	34	255	52,0	51,0	
Lorbeeröl	—		—	49	—	27,0	22,0	
Muskatbutter	0,965—1,016		„ 43,5 bis 41°	31	—	42,5	40,0	
Kokosnussöl			„ 24,5°	9	255	24,6	20,4	
Palmfett			„ 30 bis 36°	51—52	257,6	47,8	42,7	
b) flüssige:								
α) nicht trocknende.								
Aprikosenkernöl	0,915—0,919 (15°)			99—102	193	4,5	0,0	
Erdnussöl	0,919 (15°)	0,69	0° schmalzartig	87—105 (91—101)	193,5	27,7	23,8	
Mandelöl	0,919 (15°)		—	82—99	195,5 (Bitter-)	14,0	5,0	
Olivenöl[4]	0,913—0,915 (15°)	0,71—0,74	0° nichtfliessend, bis + 8° fliessend	78—85 (79—85)	191—194	26,0	21,2	Säuregehalt: 0,03 bis 3,85 % (berech. als SO_3).
Olivenkernöl	0,916—0,920 (15°)		—	82—83	188,5	—		
Ricinusöl	0,915		—	83—94	180	13,0	3,0	

Rüböl, roh	0,914–0,917	0,77–1,08	3° talgartig, bis 8° fliessend	97–105	172–180	20,1	12,2	Säuregehalt: 0,06 bis 0,29% (berech. als SO_3);
Rüböl, raffinirt	0,913–0,915	0,86–1,01	desgl.	100–108	171–180			Säuregehalt: 0,01 bis 0,83% (berech. als SO_3).
Senföl	0,916	0,82–0,90	−5° talgartig, bis +15° fliessend		173–178			
Sesamöl	0,919–0,921	0,66–0,69	−5° butterartig	103–112 (106–109)	191–199	20,0	22,3	Mit zuckerhaltiger Salzsäure: Rothfärbung
β) trocknende:								
Baumwollsaatöl	0,920–0,922	0,62–0,68	0° butterartig	105–109 (110–115)	195–198	27,7	30,5	
Hanföl	0,928–0,931	0,55	−15° fliessend	143–144 (175)	193,1	19,0	15,0	
Kürbiskernöl	0,923–0,935 (15°)			121	189,5	28,0	24,5	
Leinöl	0,924–0,938 (15°)	0,53	−15° fliessend	133–141 (139–143)	193,5	20,5	16,5	
Mohnöl	0,930–0,932	0,45–0,49	−15° dicksalbig, bis +15° fliessend	156–178 (179–180)	191	17,0	13,3	
Nussöl	0,924–0,929 (15°)			142–144	196	20,0	16,0	
Rüllöl	—			131	186	20,0	15,7	

[1]) Der Flüssigkeitsgrad ist in Engler's Apparat, der Kaltepunkt im Reagenzglas bestimmt (Benedikt S. 60, 82).
[2]) Die Zahlen in Klammern sind von Holde und Bender bestimmt (Mittheilg. d. Königl. Vers.-Anst.)
[3]) Nach Valenta.
[4]) Von 106 der an die Ausstellung zu Palermo gesandten Muster Olivenöles hat V. Oliveri das Brechungsvermögen mit dem Oleorefraktometer von Amagat und Jean, die Verseifungszahl nach Köttstorffer, die Jodzahl nach Hubl bestimmt. Vergleichende Untersuchungen hat er mit anderen, zur Verfälschung des Olivenöles verwendeten Oelen und mit Mischungen derselben mit Olivenölen angestellt. Die Ergebnisse dieser Bestimmungen sind in folgender Tabelle zusammengefasst:

	Ablenkung Min.	Ablenkung Max.	Verseifungszahl Min.	Verseifungszahl Max.	Jodzahl Min.	Jodzahl Max.
Olivenöl	0	2	190,5	195	79	83,2
Baumwollsamenöl	18		191	195,5	101	108
Sesamöl	15,50		189	190,5	105	107
Colzaöl	26,50		177	178,0	99	106
Erdnussöl	7,50		191	196,0	101	150
Mohnöl	28,50		192	195,0	133	138

geist zu, [illegible] Fetttropfen (etwa 30 Stück) in jeder Lage im Weingeist schwimmen, d. h. dasselbe spezifische Gewicht haben. Hierauf bestimmt man das spezifische Gewicht des Weingeistes, nachdem die Fetttropfen entfernt sind.

3. Die Bestimmung des Flüssigkeitsgrades wird bei den Schmiermitteln erörtert.

4. Den Schmelzpunkt der festen Fette bestimmt man nach sehr verschiedenen Methoden, die von einander abweichende Resultate geben. Pohl bringt auf die Kugel eines Thermometers eine dünne Fettschicht, indem er dieselbe in das nur wenig über den Schmelzpunkt erhitzte Fett taucht und dann schnell heraushebt; nach längerem Erkalten taucht man die Thermometerkugel in ein mit Wasser gefülltes Reagenzglas, das ganz allmählich erwärmt wird. Als Schmelzpunkt gilt die Temperatur, bei welcher sich am Ende der Kugel ein Tropfen geschmolzenes Fett zeigt (dasselbe kann aber noch feste Antheile enthalten).

Nach den „Vereinbarungen der bayerischen Vertreter der angewandten Chemie" bringt man durch Saugen 0,01 bis 0,02 g Fett in eine Kapillare, deren Ende zugeschmolzen wird, worauf dieselbe nach einiger Zeit an das Quecksilbergefäss eines Thermometers befestigt wird, das vorsichtig — eventuell in einem besonderen Apparat — erhitzt wird. Ist das Fettsäulchen völlig klar, so ist der Schmelzpunkt erreicht; er liegt etwas höher als der nach obiger Methode erreichte, da hier der Endpunkt des Schmelzens erreicht wird.



Bensemann stellt den Anfangs- und Endpunkt des Schmelzens in seinem in Fig. 20 a u. b abgebildeten Apparat fest; man bringt 2 bis 3 Tropfen geschmolzenes Fett in die Lage *a* und stellt die Röhre nach völligem Erstarren des Fettes in ein kleines Wasserbad mit Thermometer, das vorsichtig erhitzt wird. Die Temperatur, die man abliesst, wenn eben das Fett herabfliesst, ist der Anfangspunkt des Schmelzens; der trübe Tropfen nimmt die Lage *b* ein und wird bei weiterem Erwärmen völlig durchsichtig; diese Temperatur bezeichnet den Endpunkt des Schmelzens.

Da sich beim Schmelzen zuweilen Unregelmässigkeiten zeigen[1]), so ist man jetzt vielfach dazu übergegangen, den Schmelzpunkt des aus den Fetten ausgeschiedenen Fettsäurengemenges zu bestimmen.

Zur Bestimmung des Erstarrungspunktes lässt man das geschmolzene Fett unter Umrühren mit dem Thermometer langsam erkalten. Die Temperatur sinkt, bleibt dann, während das Fett erstarrt, eine Zeitlang konstant (Erstarrungspunkt) und sinkt dann weiter; bei einzelnen Fetten sinkt das Thermometer zunächst, steigt dann auf eine konstante Temperatur, den Erstarrungspunkt, und sinkt hierauf wieder.

Man verwendet zur Vermeidung von Unregelmässigkeiten auch hier zweckmässig die Fettsäuren selbst und zwar nach Finkener (Mitth. d. Kg. Versuchsanstalt **1889**. 27) für genauere Untersuchungen grössere Mengen, wobei man das Gefäss mit Watte umhüllt.

Von Oelen bestimmt man das Verhalten in der Kälte am exaktesten, wenn man sie (nach Hofmeister, Mitth. d. Kg. Versuchsanstalt **1889**. 24; s. a. Ergänz.Heft der Mitth. d. Kg. Versuchsanstalt 5. 10) längere Zeit (1 bis 2 Stunden) in Salzlösungen (vom Gefrierpunkt 0°, —3°, —5°, —9° etc.) abkühlt, welche, einmal zum Gefrieren gebracht, die Temperatur des Erstarrungspunktes nahezu konstant zeigen, so lange sie noch nicht durch die ganze Masse erstarrt sind; auch beim Aufthauen ändert sich die Temperatur der Lösungen wenig, so lange noch eine grössere Menge fester Bestandtheile vorhanden ist. Von Einfluss ist es, ob die Oele beim Abkühlen ab und zu gerührt werden, da sie in diesem Fall leichter erstarren (Holde, Mitth. d. Kg. Versuchsanstalt **1889**. 119).

5. Die Jodzahl gibt an, wieviel Prozent Jod ein Fett absorbirt.

Nach von Hübl (D. **253**. 281) bestimmt man sie folgendermassen: 0,2 bis

[1]) Palmitin schmilzt bei 50,5°; erstarrt, wenn es weiter erhitzt wird, und schmilzt dann bei 66,5° von Neuem. Stearin schmilzt bei 71,6° und erstarrt dann bei 70°; erhitzt man aber auf mehr als 75,6°, so erstarrt es erst bei 52° und schmilzt dann bei 55°.

Namen des Fettes resp. des Oeles	Verwendung	Verfälschungsmittel
1. Thierische:		
Talg	Seifen- und Kerzenfabrikation; Schmieren etc.	Kokosnuss-, Palmkernöl, W[illegible]fett; Cottonöl etc.
Knochenfett . .	Schmieren, Ledereinfetten etc.; Seifen- u. Kerzenfabrikation	
Fischthran . .	Ledereinfetten, Schmieren; Seifenfabrikation	Harzöl, Mineralöl etc.
Leberthran . . .	Medizinische Zwecke	Billigere Thrane, Rüböl etc.
2. Pflanzliche:		
a) feste:		
Kakaobutter . . .	—	Talg, Wachs, Paraffin etc., Kok[illegible] etc.
Muskatbutter . .	—	Ceulubafett etc.
Kokosnussöl . . .	Seifenfabrikation, Speisezwecke	—
Palmfett	Desgl.	—
b) flüssige:		
α) nicht trocknende:		
Aprikosenkernöl	Speisezwecke; Brennen, kosmetische Zwecke etc.	—
Erdnussöl	Ia, Speisezwecke (Olivenölverschnitt); andere Sorten zum Brennen, Schmieren etc.	Ziemlich selten, Mohnöl, Sesamöl etc.
Mandelöl .	Kosmetische Zwecke, Seifen etc.	Pfirsich-, Aprikosenkern-, Mohn-, Sesamöl etc. ([illegible] zu erhalten)
Olivenöl .	Ia, Speisezwecke; andere Sorten zum Schmieren, für Seifen, pharmaz. Zwecke; Türkischrothfärberei; Wollspicken	Rüb-, Sesam-, Erdnuss-, Olivenkernöl etc. ([illegible] erhalten)
Ricinusöl .	Med. Zwecke; Türkischrothfärberei; Seifenfabrik.; Brennen	Ziemlich selten: Sesam-, Lein-, Rüböl etc.
Rüböl . . .	Brennen, Schmieren; seltener in der Seifenfabrikation	Ziemlich selten, mit Lein-, Erdnuss-, Hanf-, Hederich-, Mohn und Leindotteröl; Thran, Harzöl, Mineralöl
Senföl .	Seifenfabrikation; Brennen; Schmieren	—
Sesamöl . . .	Ia, Speisezwecke, kosmet. Zwecke; Schmierseifen; Brennen	Ziemlich selten; Erdnussöl etc.
β) trocknende:		
Baumwollsaatöl . .	Ia, Speisezwecke; Seifenfabrikation; Brennen	Kaum vorkommend (Das Oel selbst dient viel zum Verschneiden)
Hanföl	Firnissfabrikation; Brennen; Seifenfabrikation	—
Kürbiskernöl . . .	Ia, Speisezwecke; Brennen	—
Leinöl	Firnissfabrikation; Schmierseifen; Speisezwecke	Hanf-, Rüb-, Senföl, Thran etc. (kaum mehr im Handel; schon die Saat verfälscht)
Mohnöl .	Speiseöl; Malerei, Seifenfabrikation	Lein-, Sesam-, Erdnussöl etc.
Nussöl	Ia, Speisezwecke; Malerei; Firniss; Brennen; Seifenfabrikat.	Leinöl etc.

0,4 g Oel werden in Chloroform gelöst und in verschlossener Flasche mit einer gemessenen Menge überschüssiger alkoholischer Jodlösung, die Quecksilberchlorid enthält (1 l 95%igen Alkohol, 50 g Jod, 60 g Quecksilberchlorid), versetzt; nach mehrstündigem Stehenlassen titrirt man unter Zusatz von Jodkaliumlösung das überschüssige Jod mit Natriumthiosulfat zurück und berechnet das absorbirte Jod als Prozente der angewendeten Oelmenge. Der Titer der Jodlösung ist unmittelbar vor und nach der Operation zu stellen.

Zur Ausführung dieser Methode sind zahlreiche Veränderungsvorschläge gemacht worden. D. Holde schlägt vor, mit einem grossen Jodüberschuss zu arbeiten; E. Dieterich bemängelt ein solches Verfahren (Ch. Z. Rep. **1893**. **111**, 203). Von wesentlichem Einfluss ist die Menge des überschüssigen Jods, die Konzentration der Jodlösung und die Einwirkungsdauer. Verschiedenheiten hierin bedingen erhebliche Differenzen in den Jodzahlen, so fanden für Leinöl Hübl 156 bis 160, Benedikt 170 bis 181; für Hanföl schwanken die Angaben sogar von 143 bis 175.

Demnach können bei der Analyse von Oelen nur die in nachweislich gleicher Weise bestimmten Jodzahlen in Betracht kommen.

6. Die Verseifungszahl oder Köttstorffer'sche Zahl gibt an, wieviel Milligramm Kalihydrat zur völligen Verseifung von 1 g Fett erforderlich sind.

Zu ihrer Bestimmung werden 1 bis 2 g filtrirtes Fett mit 25 ccm alkoholischer Kalilauge verseift, worauf nach Zusatz von Phenolphtaleïn mit $^1/_2$-Normalsalzsäure zurücktitrirt wird.

7. Zur Bestimmung der Säurezahl oder des Säuregehaltes titrirt man das in Aether oder Aether-Alkohol gelöste Fett mit alkoholischer Kalilauge; als Indikator dient meist Phenolphtaleïn.

Ueber die Bestimmung der Aetherzahl (Maass für den Gehalt an Triglyceriden und anderen Fettsäureestern), Reichert-Meissl'schen Zahl (Gehalt an flüchtigen Fettsäuren), Hehner'schen Zahl (Ausbeute an unlöslichen Fettsäuren), Acetylzahl (Gehalt an Oxyfettsäuren) s. Benedikt (Analyse).

8. Der Werth der Farbreaktionen ist nur gering. Am wenigsten lässt der Nachweis von Sesamöl durch zuckerhaltige Salzsäure im Stich; die übrigen Farbproben dienen meist nur zur Ergänzung der quantitativen Reaktionen.

Wachsarten.

Die Wachse sind im Gegensatz zu den Fetten wesentlich die Fettsäureester des einatomigen Cetyl-, Ceryl-, Myricilalkohols etc. — nicht des Glycerins. Die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe sind folgende:

A. fest:
1. Bienenwachs;
2. Chinesisches Wachs, Insektenwachs;
3. Walrath, aus dem Thran des Pottwals;
4. Carnaubawachs, von den Blättern der Wachspalme;

B. flüssig:
Spermacetiöl, aus dem Thran des Pottwals.

Bienenwachs.

Bienenwachs ist die Substanz, aus welcher die Wandungen der Zellen der Honigbiene bestehen. Diese Zellen sind in grosser Zahl zu Waben vereinigt und man gewinnt das Wachs durch Einschmelzen der Waben.

Einen Waben- (auch Talg-)schmelzapparat von A. Seiffert (D.R.P. Nr. 56585) zeigt Fig. 21. Derselbe besteht aus 3 ineinander gesteckten Kesseln *a*, *b*, *C*, von welchen der äussere ein Wasserbad bildet und der innere gelochte die auszuschmelzende Masse enthält. Dieselbe wird durch den Dampf erhitzt, der durch die oben gelochte Wandung des 2. Kessels aus dem Wasserbade eintritt. Das geschmolzene Wachs fliesst in den 2. Kessel, von wo es durch einen Hahn *e* in einen Sammelbehälter *g* abgegeben wird. Das in den Rückständen noch vor-

handene Fett oder Wachs wird mittelst einer Kolbenscheibe mit Handspindel ausgepresst.

Das Wachs ist im rohen Zustand durch Honig, Blüthenstaub etc. schwach gelblich bis dunkel gefärbt und muss zunächst von den Verunreinigungen befreit werden. Zu dem Ende kocht man es in einem halb mit Wasser gefüllten Kessel unter Umrühren, worauf die Verunreinigungen beim Erkalten theils zu Boden sinken, theils sich zwischen Wasser und Wachs lagern; so dass man sie aus der untersten Schicht des erstarrten Kuchens mit einem Messer entfernen muss. Die Operation wird zweckmässig wiederholt; zum bequemeren Arbeiten hat W. Schüller einen besonderen Apparat (D.R.P. Nr. 33777) konstruirt.

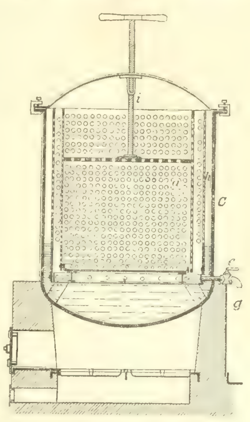


Fig. 21. Wabenschmelzapparat

Das gereinigte Wachs ist hierauf noch einem Bleichprozess zu unterwerfen, den man mit Chlor nicht vornehmen kann, da das Produkt durch Chlor leicht brüchig und krümelig wird und beim Verbrennen Salzsäurebildung stattfindet. Man bleicht daher meist im Sonnenlicht. Das Wachs wird, um eine grosse Oberfläche zu erzielen, in dünne Bänder oder Späne verwandelt, indem man es in geschmolzenem Zustand in einen Blechkasten giesst, der am Boden mehrere enge Schlitze hat; letztere liegen über einer horizontalen hölzernen Walze, die zur Hälfte in kaltes Wasser taucht; auf ihr erstarrt ständig das herabfliessende Wachs und fällt in Gestalt eines langen, dünnen Bandes in das Wasser. Diese Bänder werden auf viereckigen, mit Leinen bespannten hölzernen Rahmen ausgebreitet und auf dem Bleichplan der Sonne ausgesetzt, indem man sie täglich begiesst und wendet. Ist das Wachs weiss geworden, so schmilzt man es nochmals unter Wasser und giesst es durch ein feines Sieb in die geeigneten Formen. Da diese Naturbleiche sehr lange dauert, so hat man sie durch Zusatz von 18 bis 24 % Terpentinöl beschleunigt; auch ein Zusatz von 3 bis 5 % Talg soll förderlich sein und das Wachs weniger spröde machen. Smith (D. 157. 156) verwendet Kaliumbichromat und Schwefelsäure. Thierkohle ist ebenfalls vorgeschlagen worden, um völlige Entfärbung zu erzielen.

Das Insektenwachs, Chinesisches Baumwachs

entstammt dem auf der chinesischen Esche lebenden Insekt Coccus ceriferus und ist fast reiner Cerotinsäureceryläther (Brodie, A. 67. 199). Es kommt sehr wenig in den europäischen Handel.

Namen der Wachse	Specifisches Gewicht bei 15°	Schmelzpunkt	Erstarrungspunkt	Jodzahl	Verseifungszahl	Verwendung	Verfälschungsmittel
Bienenwachs:							
gelbes	0,962—0,966	62—64°	60,5	8,3—11	87,8—96,2	Kerzenfabrikation, z. Abdrucken, hauslich. Zwecke etc.	Talg, Stearinsäure, Japanwachs, Carnaubawachs, Harz, Paraffin, Ceresin etc.
weisses	0,964—0,96[illegible]	63—64°	61,5—62°	—	90,4—91,4		
chemisch gebleicht	—	63—64	—	1—11,4	[illegible] — 107,7		
Chinesisches Wachs	0,970	81,5—83°	80,5—81°	—	63,0		—
Walrath	0,942—0,960	43,5—49°	43,4—48°		108—128	Kerzenfabrikation, f. kosmet., pharmaceutische Zwecke etc.	Stearinsäure, Talg, Bienenwachs etc.
Carnaubawachs	0,990—0,999	83—91°	80—87°	—	79—93	Kerzen u. Wachstuchfabrikation etc.	—
Spermacetiöl	0,875—0,884 (15,5°)	13,3° der Fettsäure		84	132	Schmiermittel etc.	Haifischleberthran etc.

Walrath

krystallisirt beim Erkalten des Pottwalthranes aus und besteht wesentlich aus Palmitinsäurecetinäther. Zur Reinigung wird er stark ausgepresst und mit Kalilauge gewaschen.

Carnaubawachs

stammt von der Carnaubapalme (Copernicia cerifera) und wird hauptsächlich aus Brasilien, wo es viel zur Kerzenfabrikation verwendet wird, nach Europa exportirt (1500000 kg im Jahre 1876). Die auf der Oberfläche der Blätter befindliche gleichartige Decke von Wachsschüppchen wird durch Schütteln von den abgeschnittenen Blättern entfernt und das erhaltene graue Pulver über freiem Feuer oder in kochendem Wasser zusammengeschmolzen (vergl. Wiesner, Rohstoffe d. Pflanzenreichs, Leipzig 1873). Es besteht wesentlich aus dem Myricyläther der Cerotinsäure, einem Kohlenwasserstoff etc.

Spermacetiöl.

Dieses flüssige Wachs ist ein hellgelbes, dünnflüssiges Oel vom specifischen Gewicht 0,875 bis 0,884 (15,5°), der Verseifungszahl 132 und der Jodzahl 84. Der Gehalt an unverseifbaren Bestandtheilen beträgt 39 bis 41,5 %; dieselben sind fest und in Alkohol löslich. Es ist ein gesuchtes Spindelöl.

Die wichtigsten analytischen Reaktionen, Verwendungen und Verfälschungen sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt. Betreffs der analytischen Methode vergl. bei den Fetten.

Lanolin.

Reines Lanolin besteht wesentlich aus den Fettsäureestern des Cholesterins, Isocholesterins und Cerylalkohols, sowie aus freien Cholesterinen. Das käufliche Produkt enthält ferner etwa 25% Wasser.

Das Ausgangsprodukt für die Gewinnung ist der Wollschweiss[1]), der sich in der rohen Wolle befindet und 60 bis 70% (34 bis 85%) derselben ausmacht; ein Bild seiner prozentualen Zusammensetzung gibt folgende Tabelle (Schulze und Märcker, J. pr. 108. 193 d. Muspratt):

Feuchtigkeit	13	bis	16%
In Aether Lösliches	8	„	28
davon Fettsäure	2	„	10
„ Unverseifbares	7	„	15
In Alkohol Lösliches	1	„	8
In Wasser Lösliches	[illegible]	„	12
Schmutz	12	„	33
Reines Wollhaar	28	„	56

Wenn man die rohe Wolle längere Zeit in Wasser weicht (Entschweissen), so entsteht eine trübe, milchige Flüssigkeit, welche die Schweissbestandtheile, insbesondere das Wollfett gelöst resp. emulgirt enthält. Ein Theil des Wollfettes bleibt noch zurück und muss aus der Wolle durch Waschen mit Seife und kohlensauren Alkalien (Entfetten) entfernt werden. Die Waschwässer enthalten dann eine Wollfettemulsion und werden meist zur Lanolinfabrikation verwendet. Um recht konzentrirte Lösungen zu erhalten, wird mit derselben Flüssigkeit mehrfach gewaschen.

Das Schweisswasser wird vielfach auf Kaliumkarbonat oder auch auf Blutlaugensalz verarbeitet.

Nach Braun (D.R.P. Nr. 22516 von 1882: Ch. Z. 1883. 73) wird das Wollwaschwasser einer Centrifuge zugeführt, die Schmutz und Rohlanolin kontinuirlich vom Seifenwasser trennt. Zur Reinigung knetet man das Rohfett mehrfach mit Wasser, trennt durch Erwärmen Fett und Wasser und verwandelt ersteres durch Kneten mit Wasser in das weisse salbenartige Lanolin. Auch kann man das Rohfett (mit ca. 30% Fettsäuren) mit Wasser, Seife etc. wieder emulgiren und dann nochmals centrifugiren.

Nach einem Zusatzpatent (D.R.P. Nr. 38444; Fabrik Chemischer Produkte A.-G., Berlin) wird das durch Centrifugiren erhaltene Rohlanolin oder das käufliche Wollfett mit siedendem Aceton extrahirt. Hierbei bleiben Schmutztheile zurück resp. Seifen der alkalischen Erden oder Schwermetalle, wenn man — zur Entfernung vorhandener Fettsäuren oder fettsaurer Salze — die entsprechenden Salze vor dem Centrifugiren zugesetzt hat. Durch Abkühlen der Acetonlösung resp. Abdestilliren des Lösungsmittels erhält man das säurefreie Wollfett, das nach dem Zusammenreiben mit Wasser Lanolin liefert.

Nach einem anderen Verfahren derselben Fabrik (Zusatzpatente D.R.P. Nr. 43615, 43616, 43617; Ch. Z. 1888. 927) wird das Rohlanolin aus dem Wollwaschwasser statt durch Centrifugiren durch kalk-

[1]) Bereits in Plinius II., Naturgeschichte, wird von der heilsamen Wirkung des Wollfettes gesprochen. Bis zum Ende des 17. Jahrh. stand es in Ansehen, scheint aber im 18. Jahrh. verschollen zu sein. Erst 1856 schrieb Chevreul über die Cholesterinverbindungen und 1867 machte Vohl auf die Abscheidung aus Wollwaschwässern aufmerksam (Vulpius).

haltiges Wasser (eventuell unter Zusatz eines Salzes einer alkalischen Erde oder Schwermetalles) ausgeschieden.

Das Handelswollfett wird dadurch von den Fettsäuren befreit, dass man es mit Alkalien (oder anderen alkalischen Körpern, die Emulsionen bilden) behandelt und in Alkohol löst, wobei Lanolin zurückbleibt, das durch Schmelzen und Kneten mit Wasser in das pharmazeutische Produkt verwandelt wird.

Aehnlich ist das Verfahren der Norddeutschen Wollkämmerei und Kammgarnspinnerei von Feuerlein in Bremen (D.R.P. Nr. 48803). Der mit Schwefelsäure oder besser mit schwefliger Säure aus den Waschwässern abgeschiedene Fettschlamm wird vor oder nach dem Neutralisiren mit Alkali in nassem oder trockenem Zustande mit einem fettlösenden Mittel, wie Benzin, Schwefelkohlenstoff u. s. w., versetzt, worauf sogleich eine Lösung von Kochsalz, Chlormagnesium, Natriumsulfat oder einem anderen wasserentziehenden Salz zugesetzt wird. Dies bewirkt, dass die Seifentheile sich von der Lösung des Wollfettes trennen, welches dann leicht durch Abdestilliren des Lösungsmittels zu gewinnen ist.

Während früher zur Verseifung des Wollfettes 20stündiges Erhitzen mit alkoholischer Kalilauge nöthig war, erfolgt nach Kossel und Obermüller (D.R.P. Nr. 55057) die Verseifung bei gewöhnlicher Temperatur schnell und vollständig, wenn man eine Lösung (auch von Walrath, chinesischem Wachs oder anderen Fettsäureestern) in Benzol, Petroleumäther oder Aether mit Natriumalkoholat versetzt oder zu einer Lösung der Ester in den genannten Lösungsmitteln Alkohol hinzufügt und dann metallisches Natrium (50 bis 60 g auf 1 kg Wollfett) einträgt. Es scheidet sich hierbei im Verlauf weniger Minuten ein leicht filtrirbarer Niederschlag ab, welcher die Seifen enthält; bei Benutzung von Natrium überzieht derselbe das Metall und muss zeitweilig durch Schütteln entfernt werden.

Eigenschaften. Das gereinigte, d. h. von freien Fettsäuren, Seifen, Aschebestandtheilen etc. befreite Wollfett, eine schwach gelbliche, kaum riechende Salbe, ist schwer verseifbar, so dass es durch wässerige Lösungen der Alkalien nicht gespalten wird und nicht ranzig wird. Durch Natriumalkoholat wird es leicht verseift. Es vermag bis zu 110% Wasser aufzunehmen, ohne Geschmeidigkeit und Konsistenz zu verlieren. Von der Haut wird es besonders leicht aufgenommen und dient daher als empfehlenswerther Träger von Medikamenten. Auch für andere medizinische, ferner für kosmetische Zwecke findet es viel Verwendung.

Prüfung. a) Es darf beim Glühen nur 0,1 bis 0,3% Asche hinterlassen, die beim Befeuchten mit Wasser rothes Lackmuspapier nicht bläuen darf. b) Im Wasserbad erhitzt, darf es nicht mehr als 30% seines Gewichtes verlieren. Beim Erwärmen von 10 g mit 50 g Wasser muss sich das geschmolzene Fett klar an der Oberfläche ansammeln. Beim Eindampfen der wässerigen Flüssigkeit darf kein Glycerin hinterbleiben. c) Beim Kneten unter Wasser soll es über 10% Wasser aufnehmen, ohne seifig glatt zu werden. d) 2 g in 100 ccm Aether gelöst, dürfen durch eine Phenolphtaleïnlösung nicht verändert werden und sollen sich durch 1 Tropfen Normalalkalilösung stark roth färben. e) Beim Erwärmen mit Natronlauge darf kein Ammoniak entweichen.

Wollschweissfett[1].

Es sei noch erwähnt, dass eine Entfettung der Wolle zuweilen auch durch das Extraktionsverfahren (vergl. bei den fetten Oelen) mit

[1] Vergl. [illegible] Wollfett und [illegible]

Schwefelkohlenstoff oder Petroleumäther stattfindet. Sie liefert dann als Wollschweissfett eine gelbe bis braune, unangenehm riechende, schmierige Masse, die zum grossen Theil aus Cholesterin, Isocholesterin, Stearinsäure- und Palmitinsäurecholesteryläther und Cerotinsäurecerylâther besteht. Das spezifische Gewicht ist 0,973 (15°); der Schmelzpunkt 39 bis 42,5°. Bei der Destillation liefert diese Masse das destillirte Wollschweissfett, das fast ausschliesslich aus freien Fettsäuren und Cholesterin besteht.

Ueber Dégras, ein Abfallprodukt von der Sämischgerberei, das im Wesentlichen oxydirter Thran ist und zum Einfetten von Leder verwendet wird, vergl. Bd. IV, Gerberei.

Literatur. Chateau, Traité complet des corps gras (2. Aufl. Paris 1864); Mulder, Chemie der austrocknenden Oele (deutsch von Müller, Berlin 1867); Deite, Industrie der Fette (Braunschweig 1868); Schädler, Technologie der Fette und Oele des Pflanzen- und Thierreichs (2. Aufl. von Lohmann, Leipzig 1892); Bornemann, Die fetten Oele des Pflanzen- und Thierreichs (Weimar 1889); Benedikt, Analyse der Fette und Wachsarten (2. Aufl., Berlin 1892).

Schmiermittel.

Schmiermittel dienen dazu, den Reibungswiderstand zu vermindern, der [illegible]gen Bewegung von zwei oder mehreren gegeneinander gepressten Körpern zu überwinden ist. Indem das Schmiermittel in Folge seiner Schlüpfrigkeit zwischen ihnen eine Schicht bildet, welche eine direkte Berührung der Oberflächen der gleitenden Körper verhindert, wird die Reibung an den stets oberflächlich rauhen, bewegten Körpern ersetzt durch die innere Reibung der Schmiermitteltheilchen unter sich.

Die Grösse dieser **inneren Reibung** in der Schmiermittelschicht zwischen den bewegten Flächen spielt demnach bei der Beurtheilung eines Schmiermittels eine der wichtigsten Rollen. Ein sehr dünnflüssiges Oel, d. h. ein solches von sehr geringer innerer Reibung ist aber trotzdem nur dort empfehlenswerth, wo geringer Druck auf der gleitenden Fläche und nicht zu grosse Geschwindigkeit bewirkt, dass sich stets eine genügend dicke Schmiermittelschicht zwischen den bewegten Flächen befindet. Sind dagegen Druck und Geschwindigkeit gross, so wird ein dünnflüssiges Oel fortgeschleudert und die **Schichtendicke** des Schmiermittels wird unzulänglich; es müssen daher in diesem Fall dickflüssige Oele benutzt werden. Von weiterer Bedeutung ist es, dass das Schmiermittel weder durch Verdunsten noch Verharzen einen festen Rückstand zurücklässt, da sonst unter Umständen ein grösserer Reibungswiderstand als beim Gleiten der nicht geschmierten Flächen entstehen kann.

Natürlich darf das Schmiermittel auch nicht korrodirend auf die Schmierflächen einwirken.

Den an ein gutes Schmiermittel zu stellenden technischen Anforderungen wird demnach bei folgenden Eigenschaften entsprochen:

a) Bildung einer möglichst dicken, tragfähigen Schmierschicht;

b) möglichst geringe innere Reibung;

c) möglichst lange Ausdauer, d. h. möglichst geringe Veränderung seines günstigsten Zustandes.

Die Verschiedenartigkeit der gegen einander gleitenden Körper selbst in Form und Zusammensetzung, ferner die verschiedenartige Geschwindigkeit und der Druck, unter denen gearbeitet wird, sowie schliesslich der bedeutsame Einfluss der Temperatur — alles das bewirkt, dass für die verschiedenartigen Zwecke auch verschiedene Schmiermittel zu verwenden sind und nicht **allgemein** ein solches einem anderen als überlegen zu bezeichnen ist. Selbst für den Spezialfall ist letztere Frage nur schwer zu entscheiden, da keine praktischen Mittel existiren, den Mehr- oder Minderwerth eines Schmiermittels gegenüber einem anderen kurzer Hand zu ermitteln. Bei dieser Frage spielen nicht nur wirthschaftliche Verhältnisse, sondern auch Bequemlichkeit und Sicherheit im technischen Betrieb etc. eine wichtige Rolle (vergl. **Martens**, Schmieröluntersuchung. Berlin 1891).

Die wichtigsten Schmiermittel sind:

A. flüssige:

1. Rüböl, Baumöl, Baumwollsamenöl etc.
2. Mineralöle.
3. Theeröle, Harzöle.

B. konsistente:
   1. Talg.
   2. Vaseline, Seifen und Mischungen.

A. Flüssige Schmieröle.

1. Vegetabilische und animalische Schmiermittel.

Die Technologie der fetten Oele ist in dem Abschnitt „Fette und Oele" besprochen worden. Ihr Werth gegenüber den Mineralölen kommt zumal bei höherer Temperatur zur Geltung, bei welcher sie in wesentlich höherem Maasse beständig sind; ferner ist ihre Schlüpfrigkeit noch bei 50° grösser als die der Mineralöle von gleichem spezifischem Gewicht; über 50° nimmt dieselbe wesentlich langsamer ab als bei den Mineralölen.

Der Nachtheil der fetten Oele liegt im Wesentlichen, vom höheren Preis abgesehen, darin, dass sie sich an der Luft leichter als die Mineralöle oxydiren und die Metalle leichter angreifen. Ueber bezügliche Versuche von Thurston s. Ch. Z. Rep. 1886. 189; vgl. auch Martens (l. c.).

Gute Erfolge hat man durch Mischung fetter Oele mit Mineralölen erzielt.

2. Mineralöle[1].

Zuerst wurde „Mineralöl" im Jahre 1851 bei der Berlin-Hamburger Bahn eingeführt, doch war das damals als Mineralöl bezeichnete Oel kein Erdölrückstand, sondern Steinkohlentheeröl. In grösserem Massstabe verwendete man es Anfang der 60er Jahre, nachdem durch geeignete Raffination die grosse Flüchtigkeit der Oele und andere Mängel beseitigt waren. Zur Zeit verwenden die deutschen Eisenbahnen vorzugsweise Mineralöl zum Schmieren.

Das heute benutzte Mineralschmieröl erhält man aus den Rückständen, die bei der Destillation der niedrig siedenden Produkte (Naphta, Petroläther, Benzin, Petroleum) des Erdöls verbleiben. Diese Rohölrückstände werden nochmals destillirt und dann raffinirt.

Wie A. Veith (Ch. Z. 1890. 901, 940) ausführt, wurden die mineralischen Schmieröle (Schweröle) vor Anwendung des überhitzten Dampfes durch einfache Destillation, also durch Verdampfen des Produktes und Kondensation der Dämpfe, aus den Rohölrückständen dargestellt. Die Destillation geschah anfangs in gusseisernen Retorten, später in Blechkesseln. Wenn es auch bei sorgfältigst geführter Destillation gelang, ein Produkt von schöner Farbe mit genügend hohem spezifischem Gewichte darzustellen, so konnte dasselbe nichtsdestoweniger den Hauptanforderungen an ein gutes Schmieröl nicht entsprechen, da es durch die Art und Weise der Destillation seine Schmierfähigkeit vollständig einbüsste. Die Oeldämpfe erlitten an den überhitzten Kesselwänden eine partielle Zersetzung unter Ausscheidung von Koks und unter Bildung von leichteren, unangenehm riechenden Kohlenwasserstoffen, welche die Fettigkeit der Oele herabsetzten und ihnen einen

[1] Ueber Mineralölindustrie vergl. auch Bd. IV dieses Handbuches.

unangenehmen Oelgeruch verliehen. Zur Vermeidung dieser Uebelstände versuchte man, durch Mehraufwand von Chemikalien den Geruch zu beseitigen oder zum Mindesten herabzusetzen, und durch Zusatz von vegetabilischen und animalischen Oelen ein halbwegs verwendbares Handelsprodukt auf den Markt zu bringen. Einen grossen Fortschritt bedeutete es, als gegen Ende der 60er und Anfang der 70er Jahre zum ersten Male der überhitzte Dampf zur Unterstützung der Destillation eingeführt wurde. Die Wirkung des überhitzten Dampfes ist eine rein mechanische. Er bezweckt, ganz im Gegensatze zu der früheren Destillationsart, nicht so sehr ein Verdampfen als ein Mitreissen der Oeltheilchen, und verhindert, dass sie an den erhitzten Kesselwänden eine Zersetzung erleiden. Hierdurch behält das Oel seine Schmierfähigkeit und gibt keinen Anlass zur Bildung von übelriechenden, leichteren Produkten.

In den Anfangsstadien der Verwendung des überhitzten Dampfes blieb die Form der Destillationskessel dieselbe. Man verwendete gewöhnlich stehende, cylindrische Kessel mit bombirten Böden, meistens aus Guss-, seltener aus Schmiedeeisen. Der Dampf wurde in gusseisernen Röhren erhitzt und in die Kessel eingeleitet. Im Allgemeinen benutzte man hierzu ein einfaches Zweigrohr, da man sich über seine anscheinend unbedeutende Wirkung auch nicht klar war. Die mit Wasserdampf gemengten Oeldämpfe stiegen auf, passirten hohe Helme, flossen durch eine Kühlschlange und wurden nach erfolgter Kondensation in gewohnter Weise raffinirt. Durch dieses Verfahren, welches schon als ein bedeutender Fortschritt zu bezeichnen war, erhielt man nichtsdestoweniger keine Produkte, die wirklich allen Anforderungen entsprechen konnten. Man suchte nun durch Abänderung der Kesselform, durch richtige Wahl des Materials, durch zweckmässige Ueberhitzung des Dampfes und Einführung desselben, endlich in neuester Zeit durch geeignete Kondensation der Dämpfe (in Baku) das heute in modern eingerichteten Fabriken übliche Verfahren einzuführen, so dass vollkommen zweckentsprechende Produkte gewonnen werden können.

Jetzt verwendet man fast ausschliesslich und mit ausgezeichnetem Erfolg liegende cylindrische Kessel und, nachdem man die Wichtigkeit der raschen Oelabfuhr erkannt hat, möglichst niedrige Dome und Abflussröhren.

Die Wahl des Ueberhitzers und die richtig geleitete Temperatur des überhitzten Dampfes sind für die Destillation der Oele von allergrösster Bedeutung. Die Formen, die der Ueberhitzer im Laufe der Zeit in allen möglichen Fabriken angenommen, sind äusserst mannigfaltig. Der Ueberhitzer muss in der Weise konstruirt werden, dass der Dampf einen sehr langen Weg in demselben zurücklegt, ehe er genügend überhitzt in die Kessel eintritt, dass ferner das Heizmaterial vollständig ausgenutzt und das Eisenmaterial des Ueberhitzers geschont wird, sowie schliesslich, dass der vom Dampfkessel in den Ueberhitzer eintretende Dampf an der der Feuerung entferntesten Stelle ein-, dagegen der überhitzte Dampf an der der Feuerung nächstliegenden Stelle austritt, wodurch gewissermassen ein Gegenstromsystem geschaffen wird.

Der überhitzte Dampf strömt in die Kessel ein und tritt aus einem Gabelrohre aus. Die Löcher müssen sich in der Weise im Rohre befinden, dass ein Theil des ausströmenden Dampfes gezwungen ist, den

Boden des Kessels zu bestreichen, um ein Anbrennen des Oeles zu verhindern und eventuell die letzten schweren Reste auszutreiben, während ein anderer Theil des Dampfes theilweise seitlich, theilweise nach aufwärts strömt. Die Temperatur des überhitzten Dampfes liegt zwischen 220 und 270°, und zwar wird er anfangs etwas kühler in die Kessel eingelassen und erst allmählich auf diese Temperatur gebracht. Zur Kontrole dieser Temperatur haben sich Pyrometer nicht besonders bewährt, und empirische Regeln sind hier allein ausschlaggebend.

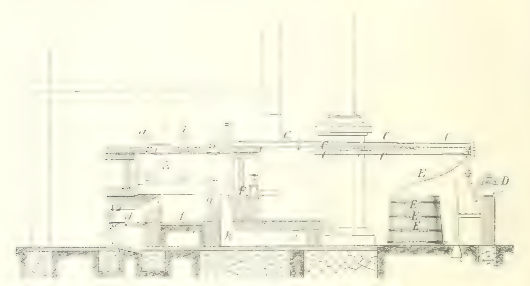
Das nächst Wichtigste im Betriebe ist die Kondensation, da sie allein für die gute Qualität der Oele massgebend ist; denn trotz Anwendung von liegenden, in neuester Zeit ovalen Kesseln — zur möglichsten Herabsetzung der Steighöhe —, trotz genügend und richtig überhitzten Dampfes waren die Oele nicht völlig zweckentsprechend. In Russland, speziell in den Fabriken von Ragosine und Nobel, wurde, wie Veith mittheilt, ein Verfahren eingeführt, welches auf der richtigen Erfassung der physikalischen Momente der Destillation beruht, während in sehr vielen Fabriken die Kondensation der Oel- und Wasserdämpfe noch in der althergebrachten Weise durchgeführt wird, dass dieselben ein oder höchstens zwei Rohre passiren und dann durch Wasser abgekühlt werden. Da die Wirkung des Dampfes eine rein mechanische ist, indem er einen Theil der Oelbestandtheile verdampft und die schweren mit sich reisst, so ist es klar, dass bei einer Kondensation, wie sie noch vielorts üblich ist, sich diese Dämpfe und Oeltheilchen, in einem Rohre kondensirt, vereinigen, und man auf diese Weise Oel von nicht sehr grosser Fettigkeit und nicht sehr hohem Flammpunkte erhält. Wenn man aber dieses Oeldampf-, Oel- und Wasserdampfgemenge in entsprechend konstruirten Röhren zirkuliren lässt und an geeigneten Orten für Abfluss sorgt, so werden sich zunächst die allerschwersten Oele abscheiden und abfliessen und nach einer weiteren Strecke die schwerer kondensirbaren, bezw. die leichteren u. s. f. Hat man nun die Vorrichtung korrekt durchgeführt, so lassen sich gleichzeitig und neben einander Oele von verschiedenem spezifischem Gewicht, verschiedener Viskosität und mit verschiedenem Siedepunkte gewinnen, da die Gefahr des Vermengens nahezu vollständig ausgeschlossen erscheint. Auch bei dieser Kondensationsanlage sind die Formen sehr mannigfaltig.

Die Einrichtung einer im Betrieb befindlichen Schmieröldestillation, wie sie Veith beschreibt, zeigt Fig. 22.

A ist der ovale Destillirkessel, *B* der Helm, *C* das Luftrohr, welches im Anfang einen Durchmesser von 40 cm, im Verlaufe sich verjüngend, und die Form einer Schlange mit kontinuirlichem Gefälle hat. An den Punkten *1*, *2* und *3* befinden sich die Abläufe für die jeweilig kondensirten Oele, welche in die 3 Töpfe *D* und von dort in die Reservoire abfliessen. *E* ist die Wasserkühlschlange für die allerleichtesten Produkte, *F* ist der Ablass für die nicht mehr destillirbaren Schmierölrückstände, *a*, *b* sind die Dampf-, bezw. Oelzuleitungsstutzen, *c* das Mannloch, *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* die Heizanlage und der Kanal.

Die Momente des Betriebes sind im Wesentlichen folgende: Ist der Rohölrückstand, aus dem das Oel gewonnen wird, genügend vorgewärmt (gewöhnlich auf 120 bis 130°), so wird der überhitzte Dampf eingelassen. Der Ueberhitzer wird einige Stunden vor Inbetriebsetzung erwärmt, wobei man den Dampf kontinuirlich durchströmen lässt. Wenn der Dampf seine weissgraue Farbe verliert und beim Probirhahne blau und durchscheinend ist, so ist er zur Genüge erhitzt, um in den Kessel einzuströmen. Hierbei muss darauf gesehen werden, dass die Ein-

[illegible] Oel, sondern auch die nicht mehr destillirbaren Bestandtheile des Oeles mitzureissen. Mit dem Einlassen des Dampfes beginnt auch die Destillation. Die Oeldämpfe treten in die blecherne Luftkühlschlange ein. Anfänglich kondensiren sich bei der ersten Abflussstelle leichte Oele, nach 1/2 bis 1 Stunde treten bei den einzelnen Abflussstellen die verschiedenen Kondensationsprodukte und nunmehr kann diese natürliche Scheidung der Oele bis zum Schlusse der Destillation



[illegible] nach Veith.

aufrecht erhalten werden. Die Differenz der einzelnen spezifischen Gewichte bei den Fraktionen beträgt bis 0.015° zwischen je zwei Fraktionen. Bei dieser Kondensation sind die Oele an der ersten Abflussstelle nahezu vollständig wasserfrei, auch die bei der nächstfolgenden sind es noch, während sich Wasser in grösserer Menge erst mit den allerleichtesten Oelen kondensirt und am Endpunkte der Schlange nur reiner Wasserdampf austritt. Hierdurch wird auch das unangenehme, lange Abstehen der Oele überflüssig und dieselben können sehr bald zur Raffinirung verwendet werden.

Zum Raffiniren der Oele dient eine Vorbehandlung mit Schwefelsäure, dann ein Waschen mit Natronlauge und schliesslich mit Wasser. Es handelt sich hierbei wesentlich um die Entfernung färbender und riechender (Schwefel-)Verbindungen. Da die Oele viel leichter wie die Säure sind, so muss eine Mischung mit Hülfe von Rührvorrichtung oder durch Durchblasen von Luft erfolgen. Man verwendet etwa 2 bis 5 % Säure, die nach der Benutzung meist weiter verarbeitet wird. Beispielsweise verdünnt man sie mit Wasser und verwendet die sich ausscheidende theerige Masse nach dem Waschen zu Lacken etc. Dieselbe wird auch auf Pech (Goudron) verarbeitet. Ueber die Herstellung eines Kautschuksurrogates aus ihr s. Kautschuk. Die Säure selbst ist zum Sättigen des Gaswassers zu benutzen etc. (Darstellung von Ammoniumsulfat).

Nachdem sich die Hauptmenge der Schwefelsäure vom Oel abgeschieden hat, wäscht man das Oel 1 bis 2 Stunden mit warmem Wasser, welches regenartig das Oel durchfliesst, und verrührt, nachdem das Wasser entfernt ist, mit 8 bis 16 % 4 bis 5 %iger Natronlauge; hierbei muss sehr vorsichtig vorgegangen werden, da ein Ueberschuss

leicht die Bildung von Emulsionen im Oel, sowie Gelatiniren veranlassen kann. Das Oel wird dann mit Wasser von 30 bis 40° gut ausgewaschen und zur Klärung in flache Bassins gebracht, in welchen bei erhöhter Temperatur eine Trennung von Wasser und Oel eintritt und letzteres blank wird.

Zum völligen Entfärben der Oele filtrirt man sie in der Wärme über Knochenkohle oder auch über Rückstände von der Blutlaugenfabrikation.

Eigenschaften. Die Art des Destillirens und der Rektifikation, die Menge und Spannung des Wasserdampfes, die Menge der Raffinirmittel und wesentlich die Mischung der Einzelfraktionen, die man vornimmt, bedingen naturgemäss eine ausserordentliche Mannigfaltigkeit des Fabrikats. Hier seien nur vier der Hauptsorten angeführt: Leichte Spindelöle (SG. 0,875), schwere Spindelöle (SG. 0,900), Cylinderöle (SG. 0,933), Walzenöle (SG. 0,945 bis 0,920). Oelsorten aus Baku sind Kaukasine, Oleonaphta; aus Amerika Globöl, Vulkanöl, Staröl, Valvoline (Lubricating oils).

Die russischen und amerikanischen Mineralschmieröle haben die Fette und Oele, wie Rüböl, Baumöl, Talg, Oleïn, Knochenöl u. s. w. als Schmiermittel zum Vortheil der Industrie fast ganz verdrängt, weil die Mineralöle wesentlich billiger als die vegetabilischen und animalischen Fette und Oele sind, welche ausserdem bedeutend mehr durch Einwirkung von Luft und Licht verändert werden. In diesem Zustande verursachen sie nicht nur einen grösseren Reibungswiderstand, sondern wirken auch in Folge ihres hohen Gehaltes an den durch den Sauerstoff gebildeten Säuren auf die Eisen- und Metalltheile der Betriebswerke ein, wodurch deren Zerstörung beginnt. Die Mineralöle verhalten sich gegen die Einwirkung von Luft und Licht weit indifferenter und sind weniger geneigt, Sauerstoff aufzunehmen; werden in den Mineralölen Säuren nachgewiesen, so sind es meistens Reste von Schwefelsäure, die zur Reinigung der Oele verwendet wurde. Im Allgemeinen haben die russischen Oele vor den amerikanischen den Vorzug, noch bei —10° zu fliessen, während letztere oft schon bei — 2° erstarren.

Eine Uebersicht der wichtigsten Eigenschaften der Mineralöle verschiedener Herkunft geben Untersuchungen von Künkler (D. **274**. 276, 323; Ch. Z. Rep. 1889), zu deren Ergänzung auf den Abschnitt Analyse verwiesen sei. Auch hat Martens (Mitth. d. Vers. **1889**. Ergänzh. 5) eine grössere Zahl Oele prüfen lassen.

Es wird allgemein zwischen Maschinen- und Cylinderöl unterschieden: erstere sind die Destillate vom Solar- resp. Mischöl an, letztere die höchst siedenden Destillate. Die russischen Maschinenöle sind den amerikanischen an Viskosität überlegen, dagegen ist diejenige der amerikanischen Cylinderöle grösser als die der russischen.

Die spezifischen Gewichte und Flammpunkte sind folgende:

Russische Oele.

Maschinenöl: SG. 0,893 bis 0,920, Flammpunkt[1]) 138 bis 197°;
Cylinderöl: SG. 0,911 bis 0,923, Flammpunkt 188 bis 238°.

Amerikanische Oele.

Maschinenöl: SG. 0,884 bis 0,920, Flammpunkt 187 bis 206°;
Cylinderöl: SG. 0,886 bis 0,899, Flammpunkt 280 bis 283°.

Betreffs der Viskosität ergab sich Folgendes:

Russische Oele. Spindelöle vom 0.893 bis 0,895 SG. haben bei 50° (bezogen auf Wasser = 1) die Viskosität 3,15 bis 3,44; helle Oele (Ersatz für Rüböl etc.) vom SG. 0,911 bis 0,923 diejenige 5,86 bis 6,34; Cylinderöle vom SG. 0,911 bis 0,923 diejenige von 2,07 bis 2,88 bei 100°.

Bei den amerikanischen Oelen ergab sich die Viskosität für Spindelöle vom SG. 0,908 bis 0,911 zu 3,13 bis 3,32 bei 50°; Cylinderöle vom SG. 0,886 bis 0,899 zu 4,17 bis 4,82 bei 100°.

Die Beziehungen der Siedepunkte zum spezifischen Gewichte sind folgende:

[1]) Im offenen Tiegel bestimmt s. w. u. S. 69.

Russische Oele	Spezifisches Gewicht	Amerikanische Oele	Spezifisches Gewicht
Spindelöle . . .	0,893 bis 0,895	Spindelöle	0,908 bis 0,911
Helle Maschinenöle	0,903 bis 0,905	Helle Maschinenöle .	0,920
Dunkle Maschinenöle .	0,900 bis 0,920	Dunkle Maschinenöle .	0,884
Cylinderöle . .	0,911 bis 0,923	Cylinderöle	0,886 bis 0.899

Durchschnittlich ist der Gehalt an bis 310° siedenden Oelen bei den Maschinenölen 7, bei den Cylinderölen 23 Vol.-%. Die amerikanischen Oele vom SG. 0.908 bis 0,920 resp. 0,884 bis 0.899 entsprechen in Zähflüssigkeit den russischen Oelen vom SG. 0.893 bis 900 resp. 0,900 bis 0.923.

Dass eine Werthbestimmung der Oele nach dem spezifischen Gewicht unzulässig ist, geht aus den Untersuchungen hervor: weder Flammpunkt noch Viskosität stehen in einheitlicher Beziehung zu demselben.

Betreffs des Kälteverhaltens ist schon oben das günstigere Verhalten der russischen Oele angeführt. Während die letzteren erst bei — 10° zu einer klaren Masse erstarren, scheiden die amerikanischen Oele schon nahe bei 0° paraffinartige Bestandtheile aus.

Die deutschen Oele (Elsass, Oelheim) entsprechen den russischen insofern, als mit steigendem spezifischem Gewicht auch die Viskosität und der Flammpunkt steigt: sie sind von ihnen dagegen durch geringere Viskosität und ungünstigeres Kälteverhalten unterschieden. Bei gleichem spezifischem Gewicht ist die Viskosität der Elsässer Oele noch grösser wie die der amerikanischen, welche allerdings einen höheren Flammpunkt haben.

Betreffs der ausführlichen Beschreibung der deutschen Oele sei auf Engler's umfassende Untersuchungen (Verhandl. Gew. 1887. 637) verwiesen.

3. Theeröle.

Ausser den eigentlichen Mineralölen (Destillationsrückständen des flüssigen Erdöles) kommen häufig für Schmierzwecke auch Theeröle, Produkte der trockenen Destillation von Braunkohle, Steinkohle und bituminösen Schiefern, allein oder in Mischung mit Mineralölen in den Handel.

Die Terminologie, die auf diesem Gebiet sehr im Argen liegt, macht zwischen beiden in der Praxis vielfach keinen Unterschied, werden doch vielfach die raffinirten Braunkohlentheeröle als Mineralöle verkauft.

Jedenfalls besteht der Zusammensetzung nach nur ein quantitativer, kein qualitativer Unterschied zwischen beiden Oelarten: während die Mineralöle wesentlich Kohlenwasserstoffe der Paraffinreihe (C_nH_{2n+2}) enthalten, finden sich in den Theerölen vorwiegend solche der aromatischen Reihe (C_nH_{2n-6}). Eine Minderwerthigkeit der Theeröle gegenüber gleichartigen Mineralölen ist zur Zeit noch nicht experimentell erwiesen. Die Technologie dieser Oele entspricht im Wesentlichen der oben skizzirten der Mineralöle (Genaueres s. unter Theerverarbeitung Bd. IV dieses Handbuches).

Ueber Harzöle s. Harze.

B. Konsistente Schmiermittel.

Als solche kommen Talg, Vaseline, Seife allein oder in Mischungen mit fettem Oel, Mineralöl, Theeröl und Harzöl in den Handel: viel

gebraucht wird ein Fett, das durch Lösen von Natronseife in russischem Mineralöl bereitet wird.

Man verwendet die konsistenten Fette mit Erfolg meist da, wo mehr Gewicht auf Schmiermaterialersparniss resp. Betriebserleichterung als auf Arbeits- resp. Kohlenverbrauch gelegt wird.

Da diese konsistenten Fette fast stets nach Gewicht verkauft werden, so setzt man ihnen häufig in betrügerischer Absicht Beschwerungsmittel zu, wie Schwerspath, Thon, Wasserglas, Kieselguhr etc.

Ausser den konsistenten Fetten zur Maschinenschmierung sind hier noch die Wagenfette anzuführen, die wesentlich Harz und Harzöl enthalten. Von den verschiedenen Vorschriften zur Bereitung derselben sei hier nur die zur Bereitung von Patentwagenfett (Muspratt 4. 130) aus Harzöl gegeben:

Man bringt in einen eisernen Kessel 100 kg rohes Harzöl und fügt unter beständigem Umrühren und Feuern 80 kg Kalkhydrat hinzu. Die Masse wird unter fortdauerndem Umrühren so lange gekocht, bis dieselbe einen gleichförmigen, knollenfreien Teig bildet und syrupartig in langen, zähen Fäden vom Rührscheite abläuft. Dann hört man mit dem Heizen auf, rührt aber weiter um, bis die Masse nahezu erkaltet ist. Mit Hülfe dieses Ansatzes lassen sich die verschiedensten Wagenfette anfertigen.

Die Anfertigung des blauen Patentwagenfettes wird nach Thenius am besten in flachen, oben offenen gusseisernen Kesseln vorgenommen und die Mischung der Materialien mittelst eines breiten, unten runden, mit Löchern versehenen Rührers ausgeführt. Man gibt zu 50 Thln. blauem Mineralöl und 50 Thln. Theeröl 150 Thle. fein gepulvertes Kalkhydrat und erhitzt die Masse, wie bei dem oben beschriebenen Ansatz. Inzwischen hat man 12 Thle. des letzteren erwärmt und verrührt nun diese gleichmässig mit 13 Thln. des zweiten Ansatzes. Zu dieser Mischung gibt man in möglichst dünnen Strahlen, unter fortwährendem Umrühren 200 Thle. abgekochtes, schweres, blaues Harzöl und fährt mit dem Umrühren so lange fort, bis die Masse anfängt zu stocken und von dem Rührer nicht mehr abläuft; dann lässt man ruhig erkalten. Die Masse hat die Konsistenz einer weichen Butter, erscheint in auffallendem Lichte schön blau, im durchfallenden gelblich. Gut ist es, wenn sie wenigstens 12 Stunden im Kessel stehen bleibt, bevor man sie in Fässer füllt.

Analyse. Eine wichtige Rolle in der Untersuchung der Schmieröle spielt die Ermittelung des spezifischen Gewichts, über das bereits oben das Erforderliche angegeben ist.

Auch über das Kälteverhalten gilt das daselbst Gesagte. Die Mineralölprobe bleibe während des Abkühlens unbewegt (man vergl. hierüber Engler, Ch. Z. **1885**. 188; Martens, Mitth. d. Kg. Versuchsanstalt Ergh. **3**. 1888).

Von grösster Bedeutung ist die Bestimmung der Viskosität; eine Kritik der verschiedenartigen zahlreichen Viskosimeter kann an dieser Stelle nicht gegeben werden (s. Engler, Ch. Z. **1890**. 53), vielmehr sei hier nur der Engler'sche Apparat, wie er für die Materialprüfung am häufigsten verwendet wird, in seiner verbesserten Form beschrieben, s. Fig. 23. Das Gefäss zur Aufnahme des zu prüfenden Oeles besteht aus einer flachen, mittelst Deckel A_1 zu verschliessenden Kapsel A aus Messingblech, deren Form und Dimensionen auf beigefügter Skizze angegeben sind. Sie steht auf Dreifuss D. An den konisch verlaufenden Boden schliesst sich das 20 mm lange, in einer Weite von möglichst genau 3 mm durchbohrte Ausflussröhrchen a, welches für genaue Normalbestimmungen aus Platin,

für gewöhnliche Zwecke jedoch aus Messing angefertigt ist; dasselbe kann vermittelst eines unten schwach konisch zugespitzten Ventilstiftes verschlossen und geöffnet werden. Vier Niveaumarken C sind in gleicher Höhe über dem Boden des Behälters angebracht und dienen gleichzeitig zum Abmessen der Oelprobe und

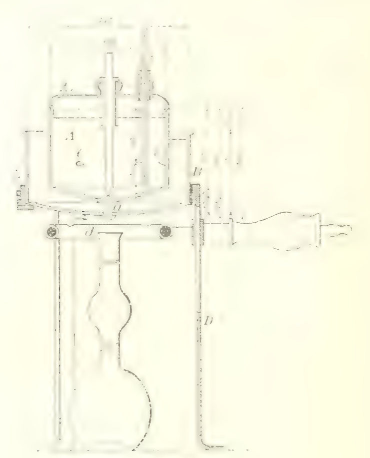


Fig. 2. Engler's Viskosimeter.

zur Beurtheilung der horizontalen Aufstellung der Kapsel. Der Apparat muss bis zu den Niveaumarken 240 ccm enthalten, was bei schwach ausgebauchter Form des Bodens unter Festhaltung der gegebenen Dimensionen der Fall ist. Das Thermometer *t* dient zum Ablesen der Temperatur im Oel. Der Mantel *B B* nimmt schwereres Mineralöl auf, welches auf dieselbe Temperatur wie das Versuchsöl erwärmt wird; die Temperatur wird mit einem zweiten Thermometer beobachtet; erwärmt wird durch den Gasring *d*. Unter dem Auslaufröhrchen steht der Kolben mit zwei Marken, bei 200 und 240 ccm (Ch. Z. **1885**. 190).

Zur Aichung des Apparates bestimmt man die Zeit, in welcher 200 ccm Wasser bei 20° aus der bis zu den Niveaumarken gefüllten Kapsel in den Kolben *C* fliessen. Entsprechend wird die Ausflusszeit des betreffenden Oeles bestimmt. Die letztgefundene Zahl (Sekunden) durch die erstere dividirt, gibt den Flüssigkeitsgrad (die spezifische Zähigkeit, Viskosität, den Viskositätsgrad) des Oeles bei 20° an.

Engler bezieht die Viskosität der Oele bei höherer Temperatur ebenfalls auf Wasser von 20°.

Der Apparat ergibt naturgemäss nur bei stets gleichartiger Abmessung seiner Einzeltheile übereinstimmende Resultate. Thatsächlich liefern nach Treumann (Glaser's Ann. 1. 5. 92) die im Handel befindlichen, amtlich geprüften Apparate Ergebnisse, die bis zu 33,3% von einander abweichen. Albrecht (Riga'sche Ind.-Ztg. **1892**. 237) fand in zwei von verschiedenen Behörden geaichten Instrumenten andere Abmessungen, so dass die gewonnenen Resultate wesentlich differirten.

Die Bedeutung dieser und ähnlicher Apparate liegt in der Ermittelung einer für die praktische Materialprüfung wichtigen Zahl, des Flüssigkeitsgrades. Um dagegen den Koëffizienten der inneren Reibung zu bestimmen, muss die Ausflusszeit des Oeles aus kapillaren Röhren ermittelt werden. Hierzu ist der von Traube (Ztschr. d. Ver. D. Ing. **1887.** 251) konstruirte Apparat geeignet, dessen Handhabung für technische Zwecke zu komplizirt ist.

Betreffs der Gesichtspunkte, die für die Konstruktion einer Oelprobirmaschine mit mechanischer Messung des Reibungsmomentes massgebend sind, und Kritik der bisherigen bezüglichen Maschinen sei auf Martens' Untersuchungen (Mitth. d. Vers. Ergh. **1888.** 3; **1889.** 5) verwiesen.

Von sonstigen physikalischen Bestimmungen ist die der Destillationsprobe noch anzuführen, die einen Schluss auf die Gegenwart von Petroleum und leichten Theerölen zulässt. Am zweckmässigsten arbeitet man stets mit Apparaten von gleichen Dimensionen (vergl. Engler, Verhand. Gewerb. **1887**).

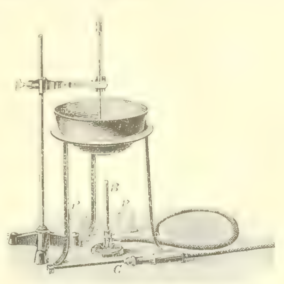


Fig. 24. Treumann's Flammpunktprüfer.

Die Löslichkeit in Benzin gibt, zumal bei dunklen Oelen, an, ob asphaltartige und unlösliche Körper zugegen sind.

Die Säurebestimmung wird wie oben ausgeführt.

Eine wichtige Rolle spielt die Eintrocknungs- resp. Oxydationsfähigkeit der Oele, betreffs welcher die Mineralöle grosse Vorzüge vor den fetten Oelen besitzen. Eine schnelle Bestimmung der Verharzungsfähigkeit hat Bach (Ch. Z. **1889.** 905) angegeben. Er schmilzt ca. 4 g des Oeles in eine Glasröhre, die mit Sauerstoff gefüllt ist, ein und erhitzt etwa 10 Stunden auf 110°. Die Menge des verschluckten Sauerstoffs wird mit für den gegebenen Zweck genügender Genauigkeit auf die Weise bestimmt, dass die betreffende Röhrenspitze unter einem gemessenen Wasservolumen geöffnet, das in der Schale verbliebene Wasser zurückgemessen und aus der Differenz das Volumen des in die Röhre eingesaugten Wassers berechnet wird. Nach erfolgtem Ansaugen überzeugt man sich mittelst glühenden Spanes von der nothwendigen Gegenwart noch unabsorbirten Sauerstoffs und wiederholt im entgegengesetzten Falle den Versuch mit geringeren Mengen des Oeles.

Auf diese Weise wurde gefunden, dass absorbirt werden von

1 g	Mineralöl bezw. Valveöl	0,10	ccm Sauerstoff
1 „	„ „ Valvolinöl	0,45	„ „
1 „	„ „ raffinirtem Cylinderöl	0,34	„ „
1 „	„ „ Baku-Maschinenöl	0,70	„ „
1 „	„ „ Lubricating (0,877)	0,70	„ „
1 „	„ „ „ (0,865)	4,80	„ „
1 „	„ „ Lubricating (0,865) vermischt mit 10% Codöl	9,40	„ „
1 „	„ „ Oeleonaphtha, vermischt mit 10% Codöl	8,60	„ „
1 „	Tovotes Schmierfett	21,8	„ „
1 „	Codöl (0,963)	76,3	„ „
1 „	Harzöl	181,0	„ „
1 „	Olivenöl	144	„ „
1 „	Rüböl	166	„ „
1 „	Baumwollsaatöl	111	„ „

Zur Bestimmung des Flammpunktes erhitzt man meist das Oel in einem offenen Gefäss, in welches ein Thermometer taucht, bis die entweichenden Dämpfe sich bei Annäherung eines brennenden Körpers entzünden. Nach dem Verfahren

von [illegible] Eisenbahnen [illegible] lassen, erhitzt man das Oel mittelst des Brenners *B* in einem kleinen Porzellancylinder *P*, der auf Sand in einer grossen, halbkugeligen Schale *S* ruht (s. Fig. 24) und prüft mit einer kleinen Löthrohrflamme, die man mit dem Löthrohr *G* erzeugt. Die Dimensionen des Cylinders, Auffüllung mit Oel, Art des Erhitzens und Zeit des Prüfens mit der Flamme sind genau vorgeschrieben.

Exakter ist ein Verfahren, bei welchem das Oel in einem geschlossenen Apparat erhitzt (vergl. Engler und Haas, Fr. 20. 1, 362; Martens, Mitth. d. [illegible] 1890. [illegible] von Zeit zu Zeit ein Zündflämmchen in das

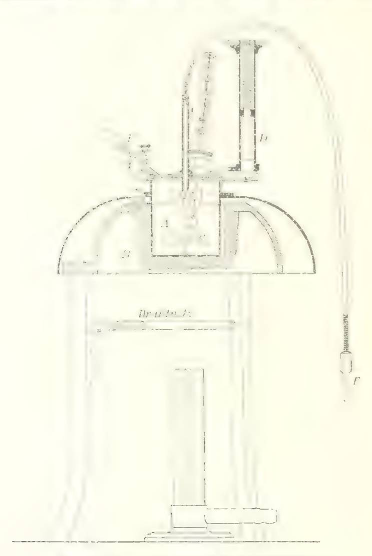


Fig. 25. Flammpunktsapparat nach Pensky-Martens.

Oel getaucht wird. Zur Ausführung dient der Pensky-Martens'sche Apparat, den Fig. 25 zeigt. *A* ist der Oelbehälter, der in dem gusseisernen Luftbad *B* erhitzt wird, wobei zur gleichartigen Erwärmung der Rührer *C* durch Drehen des Griffes *F* bewegt wird. Bei geeigneter Temperatur wird durch Drehen von *D* der Deckel des Oelbehälters geöffnet und in die entstehende Lücke senkt sich die Zündvorrichtung *E* (ein Oel- oder Gasflämmchen); tritt ein Entflammen des Oeles ein, so ist der Flammpunkt erreicht (Mitth. d. Königl. Vers.-Anst. 1889. 64).

Zur Ermittelung des Zündpunktes erhitzt man das Oel, wie oben, in einem offenen Gefäss und beobachtet, bei welcher Temperatur ein Entzünden und Fortbrennen der Dämpfe erfolgt.

Im Nachstehenden geben wir die Aeusserungen der Hauptölkonsumenten — der Eisenbahndirektionen — über den Werth der einzelnen Oelarten.

Zusammenstellung der Aeusserungen der Eisenbahnverwaltungen über die Leistungsfähigkeit der Schmiermittel.

1. Eisenbahndirektion Berlin.

Fette Oele. Rohes Rüböl wird als Zusatz zu Lokomotivölen benutzt.

Mineralöle, allgemein. Von ungenannter Herkunft sind folgende Oele verwendet: (vermuthlich russische) Wagen und Lokomotiven: 220000 kg in 1883/87; zu 22,50 Mk. in 1883/84; zu 24,75 Mk. in 1884; zu 27,00 Mk. in 1885/86; zu 29,00 Mk. in 1886/87 bedingungsgemäss und keine Ausstellungen. (Vermuthlich deutsche) Lokomotiven: 174000 kg in 1883/86; zu 39,85 Mk. in 1883; zu 32,50 Mk. in 1884, konnte nur zur Hälfte mit Rüböl vermischt verwendet werden; zu 21,50 Mk. in 1885/86; einzelne Lieferungen zeigten Flammpunkt 147°, ergaben aber keine Ausstellungen. — Wagen: 163000 kg in 1885/86 zu 18,25 Mk., zeigten beim Erhitzen Schaumbildung, waren aber brauchbar. (Unbekannt) 1. Firma. Lokomotiven in 1883 2000 kg zu 30,00 Mk., mit ½ Rüböl gemischt im Allgemeinen gut bewährt; Wagen 41000 kg zu 24,00 Mk. in 1883/84 gut geeignet; 2. Firma: Wagen 49000 kg in 1883/84 zu 19,00 und 18,50 Mk. gut bewährt; 3. Firma: Cylinderöl 26000 kg zu 33,00 Mk. in 1888/89, hat sich für die unter Dampf gehenden Theile im Allgemeinen bewährt, zum Theil wird geklagt, dass das Oel zu dickflüssig sei und in hoher Wärme seinen Schmierwerth verliere.

Russische Mineralöle. Seit 1882 sind 196000 kg, davon 20000 für die kalt gehenden Theile von Lokomotiven, 176000 kg für Wagen verwendet. Die Oele entsprachen den Bedingungen und haben sich bewährt. Für Wagenöle wurde 21,25 bis 29,50 Mk. in 1882 und 23,70 bis 26,00 Mk. in 1886/87, für Lokomotivöle 48,00 und 52,00 Mk. in 1883 gezahlt. Für Lokomotiven wurde zum Theil reines Oel, zum Theil Gemisch von 2 Thln. russischem Mineralöl mit 1 Thl. Rüböl verwendet.

Amerikanische Mineralöle. 5000 kg Globeöl für Wagen zu 30,00 Mk. in 1882 und 2000 kg Diamantöl für Lokomotiven zu 30,00 Mk. in 1883 (mit ½ Rüböl vermischt) haben sich im Allgemeinen gut bewährt. Von 1883/87 238000 kg Globeöl für Lokomotiven; in 1883 zu 27,00 Mk., in 1884/85 zu 30,00 und 29,00 Mk.; ist kalt zu dickflüssig und daher auch mit Rüböl vermischt nicht gut zu verwenden; in 1885 zu 28,50 Mk., einzelne Lieferungen ergaben beim Erhitzen Schaumbildung, aber keine besonderen Ausstände; in 1886/87 zu 27,50 und 27,00 Mk. bedingungsgemäss und keine Ausstände.

Elsässische Mineralöle. 17000 kg zum versuchsweisen Gebrauch zu 20,00 Mk. bezogen 1888, ist in Benzin nicht vollkommen löslich; Flammpunkt 150°; bei + 12° deutliche Klumpenbildung, verstärkt sich bei + 6° wesentlich, bei + 5° salbenartiger Zustand, entspricht den Bedingungen nicht und ist als Winteröl ungeeignet befunden.

Oelheimer Mineralöle. Für Wagen: Germania C in 1883 46000 kg zu 33,00 Mk., im Allgemeinen gut; Germania L in 1883/85 176000 kg zu 18,45 bis 18,75 Mk., gut geeignet; Vulkanöl II in 1886/87 300000 kg zu 22,80 Mk., einzelne Lieferungen schäumten stark beim Erhitzen, haben aber keine Ausstände ergeben; Oel ohne nähere Bezeichnung in 1887/88 508000 kg zu 22,75 und 23,85 Mk., einzelne Lieferungen zeigten Flammpunkt 156 und 157°, oder bei + 2 und + 4° feste Ausscheidungen, ergaben aber keine Ausstände; eine Firma in 1887 mit 24000 kg zu 24,75 Mk. konnte der Angebotprobe nicht genügen. Für Lokomotiven: Germania B in 1883 zu 48,00 und 43,50 Mk. 126000 kg konnte nur nach dem Erwärmen mit Rüböl gemischt verwendet werden; Germania C in 1884/85 82000 kg zu 33,00 und 29,50 Mk., konnte nur in gleicher Weise verwendet werden; Oel ohne nähere Bezeichnung in 1883 24000 kg zu 43,75 Mk. konnte nur mit Rüböl gemischt verwendet werden.

Gemische. Gemische von Mineralöl und Rüböl wurden namentlich zum Schmieren von Lokomotiven verwendet.

Allgemeine Bemerkungen. Da sich die theuren wie die billigen Oele bewährt haben, so wird man in Zukunft billige Oele verwenden.

2. Eisenbahndirektion Altona.

Mineralöle, allgemein. Nach den allgemeinen Betriebserfahrungen sind russische und amerikanische Oele den deutschen vorzuziehen.

Elsässische Mineralöle. Ein gegen Ende 1888 zu Versuchszwecken bezogenes Oel konnte wegen seiner Dickflüssigkeit bisher (im Winter) noch nicht verwendet werden.

Oelheimer Mineralöle. Hat sich als brauchbar erwiesen.

3. Eisenbahndirektion Breslau.

Fette Oele. Zur Schmierung der unter Dampf gehenden Theile wird nur rohes Rüböl unvermischt verwendet

Mineralöle, allgemein. Wurden zur Schmierung von unter Dampf gehenden Theilen als untauglich befunden (wodurch die Untauglichkeit begründet, ist nicht angegeben).

Russische Mineralöle. Haben sich im Allgemeinen gut bewährt.

Amerikanische Mineralöle. Haben sich im Allgemeinen gut bewährt.

Elsässische Mineralöle. Wurde bei der Untersuchung als ungeeignet erachtet und daher gar nicht eingeführt.

Oelheimer Mineralöle. Haben sich im Allgemeinen gut bewährt.

4. Eisenbahndirektion Bromberg.

Mineralöle, allgemein. Besondere Erfahrungen mit Mineralölen sind nicht gemacht, auch ist der Ursprung derselben nicht bekannt geworden.

Oelheimer Mineralöle. Vor einigen Jahren zum Schmieren von Wagen benutzt, aber mit ungünstigem Erfolg.

5. Eisenbahndirektion Elberfeld.

Russische Mineralöle. Zum Schmieren von Wagen benutzt.

Oelheimer Mineralöle. Entsprach den Bedingungen, war aber unvortheilhaft durch zu hoch liegenden Erstarrungspunkt und grössere Beimischung fester Bestandtheile. Die Vermehrung der heisslaufenden Achsen wird hierauf zurückgeführt. Man glaubt jedoch, dass auch die Konstruktion der Achslager einen Theil der Schuld tragen könnte, da die gleichen Oele anderswo gute Ergebnisse lieferten. Die Rothgussschalen sollen gegen solche aus Weissguss ausgewechselt werden, welche gegen das Vorhandensein fester Stoffe im Schmieröl nicht so empfindlich zu sein scheinen. Die Oele wurden zum Schmieren von Wagenachsen benutzt.

Gemische. In Folge der Unzuträglichkeiten, welche sich bei der alleinigen Anwendung Oelheimer Oele herausgestellt haben, wurde im letzten Jahre ein theureres Gemisch aus deutsch-russischen Mineralölen beschafft, von welchen man nach dem spezifischen Gewicht annimmt, dass es zum grössten Theil deutsches Oel sei. Nachtheile dieses Oeles sind bis jetzt nicht erkannt. Die Oele wurden zum Schmieren von Wagen benutzt.

6. Eisenbahndirektion Erfurt.

Fette Oele. Rohes Rüböl ist in ausgedehntem Maasse benutzt und hat zu Ausstellungen keine Veranlassung gegeben.

Mineralöle, allgemein. Versuche mit Mineralölen sind in letzter Zeit gemacht, aber noch nicht zum Abschluss gekommen.

Gemische. Versuche mit Gemischen sind in letzter Zeit gemacht, aber noch nicht zum Abschluss gekommen.

Allgemeine Bemerkungen. Umfangreiche Erfahrungen über Mineralöle und Gemische liegen nicht vor.

7. Eisenbahndirektion Frankfurt a. M.

Russische Mineralöle. Sind im Allgemeinen als gleichwerthig mit amerikanischen zu erachten, sie zeichnen sich durch grossen Widerstand gegen Kälte aus.

Amerikanische Mineralöle. Sind im Allgemeinen als gleichwerthig mit russischen zu erachten, scheinen sich aber besser zum Schmieren unter Dampf gehender Theile zu eignen.

Oelheimer Mineralöle. Einige Peiner Sorten sind zum Theil mit befriedigendem Erfolg versucht worden.

Allgemeine Bemerkungen. Die Verwendung von Mineralöl erfolgt zwar allgemein seit mehreren Jahren, die praktischen Ergebnisse sind jedoch selbst bei Oelen gleichen Ursprungs so verschiedenartig und zum Theil widersprechend ausgefallen, dass ein abschliessendes Urtheil über die einzelnen Marken unmöglich ist.

8. Eisenbahndirektion Hannover.

Fette Oele. Lokomotiven, Personen- und Gepäckwagen wurden mit rohem Rüböl geschmiert, welches mit 4 bis 6 % Mineralöl denaturirt war. Seit 1887 wurden die unter Dampf gehenden Theile mit rohem Rüböl (1% Petroleum denaturirt) geschmiert.

Mineralöle, allgemein. Bei der Mineralölschmierung haben sich besondere Ausstände nicht ergeben. Seit 1882 sind sämmtliche Güterwagen ausschliesslich mit Mineralöl geschmiert, seit 1885 auch Personen- und Gepäckwagen und seit 1887 auch Lokomotiven und Tender.

Gemische. 1885 bis 1887 wurden Lokomotiven und Tender mit 50 % rohem Rüböl und 50 % Mineralöl geschmiert.

9. Karlsruhe. Generaldirektion der Grossherzoglich Badischen Staatsbahnen.

Allgemeine Bemerkungen. Mineralöle in ungemischtem Zustande werden zur Zeit gar nicht mehr verwendet, weil bezügliche Versuche ungünstige Ergebnisse lieferten. Die Versuche sollen aber wieder aufgenommen werden.

10. Eisenbahndirektion Köln (linksrheinisch).

Mineralöle, allgemein. Reines Mineralöl wird zum Schmieren der Wagen benutzt.

Russische Mineralöle. Haben sich zum Schmieren von Wagen gut bewährt.

Oelheimer Mineralöle. Vor Jahren benutzt, haben sich im Sommer als zu dünnflüssig zum Schmieren von Wagen erwiesen.

Gemische. Zum Schmieren der Lokomotiven einschliesslich der unter Dampf gehenden Theile wird nach verschiedenen Versuchen seit Jahren ein Gemisch von 3/4 Mineralöl und 1/4 Rüböl verwendet.

Allgemeine Bemerkungen. Konsistentes Fett wird für stehende Maschinen und zur Zeit auch versuchsweise für eine Anzahl Lokomotiven verbraucht.

11. Eisenbahndirektion Köln (rechtsrheinisch).

Mineralöle, allgemein. Wurden unvermischt zum Schmieren von Wagen verwendet.

Russische Mineralöle. Wurden in den letzten zwei Jahren vorwiegend verwendet und genügten den gestellten Anforderungen.

Amerikanische Mineralöle. Wurden in früheren Jahren verwendet.

Oelheimer Mineralöle. Wurden in früheren Jahren verwendet, aber in Folge ihres frühen Dickwerdens in der Kälte gaben sie zu Unzuträglichkeiten Anlass. Es wurde damals -10^0 Kältepunkt verlangt, aber -5^0 noch zugelassen. Dabei zeigte es sich, dass die Oele, wenn sie auch erst bei -5^0 erstarrten, doch bei etwas über 0^0 so verdickt waren, dass die Dochte und Saugepolster versagten und die Achsen warm liefen.

Gemische. Für Lokomotiven wurden Gemische von 50 % rohem Rüböl und 50 % Mineralöl verwendet. Ein Gemisch von russischen und deutschen Mineralölen genügt den jetzigen Bedingungen und den Anforderungen für Wagenschmierung.

12. München. Generaldirektion der Königl. Bayrischen Staatsbahnen.

Mineralöle, allgemein. Seit Jahren sind auch Mineralöle aus unbekannten Rohstoffen verwendet; dieselben haben sich vollkommen bewährt.

Russische Mineralöle. Sind seit 1888 zur vollsten Zufriedenheit für Lokomotiven (kalt laufende Theile) und Wagen verwendet.

Amerikanische Mineralöle. Bis 1887 wurde amerikanisches Oel, Marke SS, zur vollsten Zufriedenheit für Wagen und für kalt laufende Theile von Lokomotiven verwendet.

[illegible] Wurden im Jahre 1883 vorwiegend verwendet; da die amerikanischen und russischen Oele in Bezug auf Preis und Brauchbarkeit weitaus den Vorzug verdienten, so wurde zu diesen übergegangen.

Gemische. Für unter Dampf gehende Theile von Lokomotiven wird ein Gemisch aus 75 % Mineralöl und 25 % rohem Rüböl verwendet.

Allgemeine Bemerkungen. Umfassende Versuche in 1880 bis 1882 sowohl mit Mischungen von Mineral- und Rübölen, als auch mit reinem Mineralöl liessen die Vortheile der letzteren immer mehr erkennen und man ging dann in 1883 vollständig zur Mineralölschmierung über.

13. Strassburg. Kaiserl. Generaldirektion der Eisenbahnen in Elsass-Lothringen.

Fette Oele. Zum Schmieren der unter Dampf gehenden Theile von Lokomotiven wird im Winter Rüböl, im Sommer Rüböl mit Zusatz bis zu 10 % Talg verwendet.

Elsässische Mineralöle. Zum Schmieren der Gewerke von Lokomotiven, von Wagen- und Tenderachsen, sowie von Werkzeugmaschinen wird fast ausschliesslich Pechelbronner Oel verwendet; man hat anfangs gute, aber zuletzt schlechte Erfahrungen erzielt. (Vergl. Tab. 1, Nr. 110 u. 111.)

Die Angaben sind den Mitth. der Königl. Versuchsanstalt, Ergänzungsheft 1889, entnommen.

Literatur. Mittheilungen aus den Königl. technischen Versuchs-Anstalten. Schmieröluntersuchungen von A. Martens. Ergänzungsheft **3.** 1888; **5.** 1889; Künkler, Die Maschinenschmierung (Mannheim 1893); Grossmann, Die Schmiermittel, Methoden zu ihrer Untersuchung und Werthbestimmung (Wiesbaden 1894); Bender, Fabrikation und Prüfung der Schmiermaterialien (Braunschweig 1896).

Seifen.

Geschichtliches. Die Frage, welchem Volke die Erfindung der Seifenbereitung zuzuschreiben ist, lässt sich nicht mit Sicherheit beantworten. Die Juden und Phönizier kannten sie nicht, denn unter dem Worte „Seife" im Alten Testament ist nur Soda und Pottasche zu verstehen.

Auch den Griechen war die Seife im homerischen Zeitalter nicht bekannt, da das Waschen nur durch ein mechanisches Behandeln der Wäsche mit Wasser erfolgte. Später lernte man zum Waschen den Gebrauch seifenartiger Pflanzensäfte (Quillaja), von Holzasche und natürlicher Soda kennen, und auch das Aetzendmachen der Soda mit Kalk wurde bekannt; das gebräuchlichste Mittel zum Waschen war jedoch gefaulter Urin.

Mit Sicherheit finden wir die Seife in der Historia naturalis des älteren Plinius erwähnt. Nach ihm müssen wir den Galliern die Erfindung der Seife (Sapo) zuschreiben, die sie in fester und flüssiger Form aus Buchenasche und Ziegentalg bereiteten und zum Rothfärben der Haare benutzten. Nach E. Moride sind dagegen die Phönizier die Erfinder der Seifenfabrikation und haben ihre Kunst den Galliern mitgetheilt. Die Angabe im Plinius bedeutet nach ihm, dass nur die Verwendung der Seife als Haarfärbemittel eine gallische Erfindung ist.

Die zuerst dargestellten Seifen dürften als salbenartige oder gallertartige Mischungen aufzufassen sein, die durch Verrühren von Oel mit Asche etc. hergestellt wurden und zu Heilzwecken (bei Hautausschlägen) Verwendung fanden.

Als Reinigungsmittel führt sie erst Galenus im 2. Jahrhundert n. Chr. auf. Nachdem es vortheilhaft gefunden worden, die Asche auszulaugen, die Lauge mit gebranntem Kalk zu versetzen und erst dann mit dem Oel zu mischen, dürften dann wesentlich wirksamere Seifen hergestellt worden sein.

Solche Fabrikate bringen nach Droux die Kabylen noch heute auf den Markt von Inneralgerien. Sie werden aus Olivenöl mittelst einer Lauge hergestellt, die man durch Ausziehen eines Gemisches von Holzasche und gebranntem Kalk erhält. Die gallertartige, gelbliche, etwas transparente Seife dient als Medikament (besonders gegen Hautkrankheiten), ferner noch zum Wollewaschen und zum häuslichen Gebrauch.

Ueber die Weiterentwickelung der Seifenfabrikation im Laufe der Geschichte ist nicht viel bekannt. Schon im 9. Jahrhundert hatte Marseille einen bedeutenden Handel mit Seife. Während im 15. Jahrhundert der Handel vorzüglich in Venedigs Händen lag, nahmen im 17. Jahrhundert Savona, Genua und Marseille die Führung. In England hatte bereits damals die Seifenfabrikation grosse Bedeutung errungen. Wie in England wurde auch in Frankreich (1666) ein Monopol für Seifenfabrikation ertheilt. Da sich jedoch viele Unzuträglichkeiten ergaben, wurde nach 3 Jahren die Fabrikation wieder freigegeben.

Schon damals spielten Verfälschungen der Seife eine derartige Rolle, dass bestimmt wurde: „Ausser Barilla, Soda, Asche und Olivenöl sollten weder andere Fette noch sonstige Materialien verarbeitet werden."

In Deutschland hat sich die Seifenindustrie erst in den letzten Jahrzehnten zu ihrer jetzigen Bedeutung erhoben. Die Schwerfälligkeit des Arbeitens mit unreinen Materialien, hauptsächlich Rohtalg und Holzasche, liess eine Entwickelung im Grossen nicht zu. Dazu kam, dass sich die meisten Haushaltungen ihren Bedarf an Seifen selbst kochten.

Einen grossen Aufschwung der Seifenfabrikation brachte in erster Linie die von Leblanc erfundene Fabrikationsweise der Soda. Obwohl die Einführung des neuen, von der natürlichen Soda ganz verschiedenartigen Fabrikats erst grosse Schwierigkeiten machte, nahm doch bald der Verbrauch ganz unverhältnissmässig zu, und jede Verbesserung der Sodafabrikation hob merklich die Seifenindustrie. Aus Liverpool allein wird jetzt mehr Seife exportirt, als vor der Sodabereitung mittelst Kochsalz aus sämmtlichen Häfen Grossbritanniens. Mit der billigen Herstellung der Soda ging Hand in Hand die weitere Verbreitung von Aetznatron, mit welchem der Seifensieder sich leicht hochgrädige kaustische Laugen herstellen konnte. Weiterhin wurde die Seifenindustrie durch den Import des Palmöls, des Kokosöls, des südamerikanischen und australischen Talges und des nordamerikanischen Fichtenharzes begünstigt. Das Kokosöl, das insofern einen grossen Umschwung hervorgerufen hat, als es die Herstellung der Leimseifen gestattete, wurde in den 30er Jahren nach Deutschland gebracht und zuerst von Douglas in Hamburg auf „Kokosnussölsodaseife“ für medizinische Zwecke auf kaltem Wege verarbeitet. In England war das Verfahren schon früher bekannt. Der neuen Palmölkernseife wurde dasselbe Schicksal wie einst der Fabriksoda zu Theil: man hielt sie für minderwerthig, weil sie nicht den unangenehmen Geruch der handelsüblichen, oft aus rohem Fett gesottenen Waare zeigte, und wies anfänglich die „Fabrikseife“ zurück. Ein wichtiges Moment für die Entwickelung der Seifenindustrie war die wissenschaftliche Erforschung des Verseifungsprozesses durch die Arbeiten Chevreul's in den Jahren 1810—1823 (Recherches sur les corps gras d'origine animale).

In den letzten Jahren wurde die Industrie auch durch zahlreiche maschinelle Konstruktionen, die besonders von deutschen Firmen eingeführt sind, gefördert.

Theorie. Wie oben angegeben (s. S. 47), sind die Fette und Oele als zusammengesetzte Aether von Fettsäuren mit Glycerin (Glyceride) aufzufassen. Während früher die Ansicht verbreitet war, dass die Seifen nur eine Verbindung von unveränderten Fetten mit Alkali seien, zeigte Chevreul, dass bei der Einwirkung von Aetzalkali auf Fette eine Spaltung des Glycerides in Glycerin und Fettsäuren eintritt, welche letztere dann vom Alkali, unter Bildung von fettsauren Salzen, der Seife, gebunden werden. So wird das Glycerid der Stearinsäure (reines Stearin) im Sinne folgender Gleichung zerlegt:

$$\underset{\text{Stearin}}{C_3H_5(C_{18}H_{35}O_2)_3} + \underset{\text{Kali}}{3KOH} = \underset{\text{Stearinsaures Kali (Seife)}}{3KC_{18}H_{35}O_2} + \underset{\text{Glycerin}}{C_3H_5(OH)_3}$$

Die Verseifung unter sonst gleichartigen Umständen findet bei den verschiedenen Fetten mit ungleichartiger Leichtigkeit statt und unter Verbrauch verschiedener Mengen Alkali — wie folgende Daten (Köttstorffer'sche Verseifungszahlen s. o. S. 54) zeigen:

Es verlangen zur Verseifung 1000 g[1]):

Feste Fette	Gramm KOH	Flüssige Fette	Gramm KOH
Stearin	[illegible]	Oleïn	190,0
Palmitin	206,2	Baumwollsaatöl .	191 bis 196,5
Palmöl	202,5	Leinöl	187,4 bis 195,3
Palmkernöl . . .	247,6	Olivenkernöl . . .	188,5
Kokosöl . . .	257,3 bis 268,4	Olivenöl . . .	185,2 bis 196
Rindertalg . . .	195,7 bis 200	Robbenthran .	191 bis 196
Knochenfett . .	190,9	Sesamöl	187,6 bis 192,2
		Walfischthran .	190 bis 191

Bei demselben Fett findet die Verseifung mit Kali leichter als die mit Natron statt. Mit Kalk, Baryt und Bleioxyd erfolgt sie noch schwieriger, bei einzelnen Fetten (Talg, Kakaobutter etc.) sogar un-

[1]) Zur Umrechnung auf NaOH sei bemerkt, dass 1 g KOH = 0,71 g NaOH.

vollständig. In alkoholischer Lösung geht der Prozess glatter von statten [1]).

Die Konzentration der Lösung spielt eine erhebliche Rolle; so greift konzentrirte Natronlauge die Fette mit Ausnahme von Kokos- und Palmkernöl nicht an, da die Seifen in ihr unlöslich sind, und Talg wird von einer nur 8- bis 10grädigen Lauge am besten verseift.

Die noch verbreitete Ansicht, dass auch Alkalikarbonate Verseifung bewirken, ist darauf zurückzuführen, dass manche Fette sich mit reinem kaustischem Alkali schwer verseifen lassen, während ein Zusatz von Alkalikarbonat (allerdings auch von Chlorid etc.) den Prozess erleichtert.

Die Verseifung erfolgt nicht plötzlich durch die ganze Masse des Fettes; vielmehr emulgirt sich zunächst das Alkali mit dem Fett, dann entstehen Emulsionen von Fett mit sauren fettsauren Salzen und erst allmählich neutrale Verbindungen, Seifen. Förderlich für die Bildung der Emulsion (Vertheilung des Fettes in kleine Kügelchen), die den Angriff desselben durch die Lauge erleichtert, ist es, anfänglich mit schwachen Laugen zu arbeiten.

Die neuerdings häufig auch zum Vorsieden verwendeten starken Laugen müssen Alkalikarbonat enthalten; nur für Kokos- und Palmkernöl ist dies nicht erforderlich. Wenngleich zum Verseifen keine Siedehitze erforderlich ist [2]), so nimmt man doch den Prozess meist in der Hitze deshalb vor, weil noch ein Abdampfen des überschüssigen Wassers aus der verdünnten Flüssigkeit erforderlich ist. Beim Vorsieden, Emulgiren darf nur mässig erhitzt werden, da ein starkes Sieden die Verseifung eher hemmt als fördert.

Verschiedenartig von der Verseifung der Fette ist die Verarbeitung anderer, vielfach in der Seifenindustrie benutzter Rohstoffe: des Kolophonium und der Oelsäure. Ihrer Natur als Säure resp. als Säureanhydrid entsprechend, kann ihre Verseifung bereits durch Alkalikarbonat erfolgen. Dagegen muss das ebenfalls in der Seifenindustrie verwandte Karnaubawachs mit Aetzalkali verarbeitet werden.

Die verschiedenen Seifenarten.

Die Seifen theilt man ein in

A. Harte, Natronseifen:
   1. Kernseifen,
   2. Halbkernseifen,
   3. Leimseifen;

B. Weiche, Kaliseifen:
   1. Transparente Seife,
   2. Kornseife,
   3. Schälseife (Silberseife, Elaïnseife etc.).

[1]) Oleïn wird weit schwieriger als Palmitin und Stearin angegriffen. Dagegen verbinden sich Oelsäure und Stearinsäure mit nahezu gleicher Begierde mit Kali (Thum, Z. ang. Ch. 1890. 482).

[2]) Nach Knapp (D. 180. 309; 192. 489; vergl. auch Mège-Mouriès, Ch. C. 1884. 859) lässt sich ein Fett leicht bei gewöhnlicher Temperatur verseifen. Emulgirt man es durch kräftiges Schütteln mit einer stark verdünnten Aetzlauge und lässt dann die milchige Flüssigkeit unter Zusatz von überschüssiger konzentrirter Aetzlauge einige Stunden stehen, so scheidet sich an der Oberfläche ein

A. Die Kernseifen erhält man entweder durch Aussalzen des fettsauren Alkali mittelst Kochsalz — Kernseifen auf Unterlauge — oder durch Zusatz von nur so viel Kochsalz, dass sich allmählich ein Seifenleimniederschlag — Kernseife auf Leimniederschlag, abgesetzte Kernseife — bildet. Auch bei Anwendung von Lauge im Ueberschuss entsteht diese Seife, die nur mit Beihülfe von Kokos- oder Palmkernöl zu sieden ist. Sie ist die reinste, daher theuerste, nur wenig dargestellte Seife. Der krystallinische Theil der Seife (Kern) schliesst den nicht krystallisirten, marmorirten Theil (Fluss) ein, der die vorhandenen geringen Mengen Verunreinigungen enthält.

Als eine schon minderwerthige Seife ist die geschliffene abgesetzte Kernseife aufzufassen, die durch Aufnahme von Wasser entsteht, wenn man die Kernseife auf Wasser oder schwacher Lauge siedet. Sie zeigt weder Krystallisationsbildung noch Marmorirung.

Zur Herstellung der Halbkernseifen — Eschweger Seifen —, die nur mit Beihülfe von Kokos- oder Palmkernöl möglich ist, gibt man eine aus letzteren Oelen gesottene Leimseife zu einer aus Talg etc. erhaltenen Kernseife (indirekter Weg); auch kann man Kokos- oder Palmkernöl mit Talg etc. gemeinschaftlich versieden (direkter Weg). Die Halbkernseifen zeigen etwas Kern- und Flussbildung, die man durch Zusatz von Farbstoffen (Frankfurter Schwarz, Ultramarin, Englischroth) vermehrt (marmorirte Seife).

Die Leimseife ist die geringwerthigste, da sie nach gehörigem Eindampfen des Kesselinhalts einfach durch Erstarrenlassen desselben erhalten wird und daher die gesammte Unterlauge (Salze, Glycerin etc.) und deren Verunreinigungen enthält. Sie ist entweder glatt oder zeigt geringe Kern- und Flussbildung, die durch Farbstoffe wie oben zu vermehren ist.

B. Die transparenten glatten Schmierseifen, die als schwarze, braune, grüne Kronenseifen in den Handel kommen, siedet man fast nur aus Leinöl unter Zusatz von Natron.

Die Naturkornseife wird aus Mischungen von festen mit flüssigen Fetten gesotten.

Die glatte Elaïn-, Silber- oder Schälseife von perlmutterartigem Ansehen wird aus festen, weichen oder flüssigen Fetten ebenfalls unter Natronlaugezusatz fabrizirt.

A. Allgemeines über die Seifenfabrikation.

1. Bereitung der Laugen. Die Bereitung der Laugen erfolgt meist nicht im Siedekessel selbst, sondern in besonderen Gefässen, aus denen sie in die Laugenreservoirs mittelst Heber oder Pumpen übergeführt werden. Man löst entweder Aetznatron oder macht Soda resp. Pottasche mit Kalk ätzend.

a) Lösen von Aetznatron. Die eisernen Trommeln, in denen das Natron in den Handel kommt, werden von den Boden- und Kopfstücken befreit und dann mit einem Hammer auf allen Seiten geschlagen, damit das Natron Risse erhält. Hierauf wird die Trommel auf einen

[illegible] Seifenkuchen aus. Neuerdings ist C. Katt ein Verfahren patentirt (D.R.P. Nr. 71 189), nach dem Seife durch blosse Mischung von Fett und Laugen — [illegible] den S. 49 beschriebenen Centrifugalemulsor — bereitet wird.

im Kessel befindlichen Rost gelegt und in Wasser gelöst. Für grössere Betriebe wird auch empfohlen, die Trommel mittelst Flaschenzug in den Kessel zu hängen. Zur Beschleunigung der Lösung wird meist direktes Feuer oder Dampf verwendet. Man benutzt auf 100 kg Natron etwa 200 kg Wasser, so dass die Lösung mindestens 40° Bé. zeigt. Die erkaltete Lauge bildet einen Bodensatz von Verunreinigungen und wird in besondere Reservoirs abgehebert, in denen sie auf die geeignete Konzentration verdünnt wird. Der zurückgebliebene Bodensatz wird mit Wasser erwärmt und auf die Konzentration 20° Bé. gebracht. Nach einem Tage wird die klare Lösung von dem Bodensatz abgehebert. Der zurückgebliebene Satz, mit Wasser auf 1° Bé. verdünnt, dient zum Lösen einer neuen Portion Natron.

Es ist zwar für einen sicheren Betrieb erforderlich, stets genügend Lauge vorräthig zu haben; doch würden für eine Fabrik, die im Monat etwa 20000 kg Fett auf harte Seife verarbeitet, derartig grosse Kessel zum Lösen der erforderlichen 5000 kg Natron erforderlich sein, dass es sich empfiehlt, nur $^1/_4$ bis $^1/_5$ auf einmal zu lösen.

Für Laugen von 15 bis 24° Bé. sollte stets Aetznatron gelöst werden, da aus Soda ohne Eindampfen nur eine Lauge von höchstens 10° Bé. kohlensäurefrei herzustellen ist.

b) Aus Soda oder Pottasche mit Kalk. Die Herstellung dieser Art Laugen gründet sich auf folgenden Vorgang:

$$Na_2CO_3 \text{ oder } K_2CO_3 + Ca(OH)_2 = 2\,NaOH \text{ oder } KOH + CaCO_3$$

Theoretisch sind für 100 Thle. Pottasche ($K_2CO_3 + 2\,H_2O$) 32.2 Thle. ungelöschter Kalk (CaO) und für 100 Thle. Soda ($Na_2CO_3 + 10\,H_2O$) 19.6 Thle. Aetzkalk nöthig. In der Praxis erfordert jedoch die Herstellung völlig kaustischer Lauge wesentlich grössere Mengen.

Da indessen insbesondere die Schmierseifen zu ihrer Konsistenz einer bestimmten Menge Salze bedürfen, so ist eine völlig kaustische Lauge nicht erforderlich, die nöthigenfalls bequemer durch Lösen von Aetznatron gewonnen wird. Man verwendet deshalb auf 100 Thle. Soda nur 40 bis 60 Thle. Kalk und auf 100 Thle. Pottasche 50 bis 70 Thle. Kalk.

Der Zusatz der richtigen Menge Kalk spielt bei dem Verseifungsprozess eine wichtige Rolle.

Der Seifensieder nennt die Lauge „getroffen an Kalk", wenn das Verhältniss von Aetzalkali zu Karbonat das richtige ist, „zu niedrig im Kalk", wenn die Lauge zu wenig Aetzalkali enthält, und „zu hoch im Kalk", wenn sie für die Bereitung gewisser Seifen zu kaustisch ist. Dieselbe Ausdrucksweise ist auch auf die Seifen selber übertragen und bezieht sich hierbei keineswegs auf einen Kalkgehalt derselben.

Der oben angegebene Prozess der Herstellung kaustischer Laugen aus Soda oder Pottasche geht nur in verdünnter Lösung von statten, in konzentrirtem Zustand findet der umgekehrte Vorgang statt. Will man völlig kaustische Laugen bereiten, so muss man die Soda in 8 bis 10 Thln., die Pottasche in 10 bis 12 Thln. Wasser lösen.

Zur Herstellung der Aetzlaugen dienen die Aescher, Gefässe aus ca. 4 cm starkem Schmiedeeisen, in die man ein unten offenes Dampfrohr bis auf den Boden leitet. Man gibt in den Aescher Ab-

wässerlauge von einer vorhergehenden Einstellung und erwärmt mit Dampf auf 75°. Bei gewöhnlicher Temperatur findet zwar der Prozess auch statt, jedoch nur bei grösserem Kalküberschuss, in stärkerer Verdünnung und nach längerer Zeit. Man fügt alsdann die Soda resp. Pottasche hinzu und krückt, bis sie gelöst ist. Zum Eintragen des erforderlichen Kalks bedient man sich kubischer eiserner Kästen (0,6 m) mit siebartig durchlöchertem Boden, die in den Kessel derart hineinragen, dass sie nach dem Füllen desselben in die Laugen tauchen. Der nach und nach in das Sieb geworfene Aetzkalk gelangt in feiner Vertheilung in die Lauge, während Steine etc. zurückbleiben. Die erste Lauge wird bei Anwendung von Soda gewöhnlich bei einem Gehalt von 24 bis 25° Bé., die zweite bei 18 bis 20° Bé. und die dritte bei 12 bis 15° Bé. abgehebert. Die Sodalaugen werden gewöhnlich nach ihrem Gehalt gesondert aufbewahrt; aus den Pottaschelaugen stellt man häufig eine einzige von 20° Bé. her.

Der im Kessel verbleibende Kalkschlamm wird mit Wasser so lange gewaschen, bis ihm alles Alkali entzogen ist; die Waschwässer benutzt man zum Lösen neuer Mengen Alkalikarbonat.

Wenn kein Dampf zur Verfügung steht, so hat man ein Sieden im Kessel bei direktem Feuer zu vermeiden, da sich sonst Kalkschlamm am Boden festsetzt, erhärtet und Springen oder Durchbrennen desselben veranlasst.

Auch aus Holzasche selbst wird noch Aetzlauge bereitet.

Die Konzentration der Laugen hat insofern für den Verseifungsprozess die grösste Bedeutung, als sie die Ausbeute wesentlich beeinflusst. So bedarf man zur Verseifung von 100 kg Fett ca. 17 kg [illegible] Aetznatron als 28- bis 30grädige Lauge, dagegen 20 kg bei Anwendung von 14- bis 15grädiger Lauge. Während im ersten Fall die Ausbeute ca. 150 kg ist, beträgt sie im zweiten 165 kg.

Prüfung. Ist die Lauge durch Lösen von festem Aetzalkali hergestellt, so gelingt die Gehaltbestimmung meist bequem mittelst des Aräometers.

Wird dagegen Alkalikarbonat mit Kalk ätzend gemacht, so haben die aräometrischen Bestimmungen meist nur bei Verarbeitung von stets gleichartigem Material Werth.

Eine Lauge von 20° Bé. sei aus 90%iger und aus 70%iger Soda hergestellt. Wird ersterer dieselbe Menge Kalk zugesetzt, wie sie zum Aetzendmachen der letzteren erforderlich ist, so wird erstere doch noch Karbonat enthalten und wird daher nicht ebenso verseifen wie letztere. Aus diesem Grunde wechseln die Seifensieder, die nur mit dem Aräometer prüfen, so ungern mit den Soda- und Pottaschesorten und verarbeiten das gewohnte Material, selbst wenn es unrein und theuer ist.

Bei der grossen Bedeutung, die das richtige Verhältniss von Aetzalkali und Karbonat in der Lauge hat, empfiehlt sich für die meisten Fälle eine massanalytische Bestimmung. Man verfährt hierbei derart, dass man zunächst titrimetrisch das Gesammtalkali bestimmt, dann das Karbonat mit Baryumchlorid zersetzt und nochmals titrirt, worauf die Differenz das vorhandene Karbonat angibt.

Siedekessel. Die zum Sieden der Seifen verwendeten Kessel sind meistens aus genieteten oder geschweissten Blechen von Schmiedeeisen hergestellt; häufig beträgt der Inhalt ca. 8000 l, doch werden die Kessel je nach Bedarf auch wesentlich grösser oder kleiner hergestellt. Wesentlich ist es bei der Einmauerung, dass ca. 0,8 m des oberen Theils, der Sturz, über die Mauerung ragt. Da dieser Theil mit den Heizgasen nicht in Berührung kommt, wurde er früher häufig aus Holz, Cement etc. hergestellt.

Wenn das Sieden bei direktem Feuer stattfindet, so hat man Sorge zu tragen, dass die Stichflamme nicht direkt den Kesselboden trifft, da dieser sonst stark korrodirt würde und leicht ein Anbrennen der Seife erfolgen könnte. Eine bewährte Anlage, wie man diesem Uebelstande durch Einschaltung eines Gewölbes zwischen Kesselboden und Rost begegnet, gibt Deite (Handb. d. Seifenfabrikation) an, s. Fig. 26.

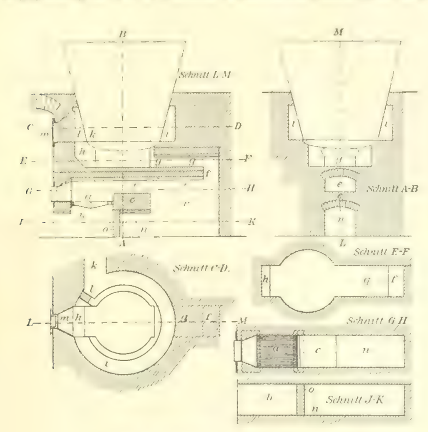


Fig. 26. Siedekessel für direkte Feuerung.

Die auf dem Roste *a* oberhalb des Aschenfalls *b* entwickelten Heizgase treten über die Feuerbrücke *c* in den mit einem feuerfesten Gewölbe überwölbten Kanal *e*, an dessen Ende sie in dem Vertikalkanal *f* nach oben steigen und erst hierauf durch den Zug *g* unter den Kesselboden gelangen. Nachdem sie diesen passirt haben, gelangen sie durch Kanal *h* in den um den Kessel laufenden Seitenzug *i* und ziehen bei *k* in den Schornstein. Die Mauerwerkszunge *l* — in den Zug *i* eingesetzt — bewirkt die Zirkulation der Gase um den Kessel; das Mannloch *m* lässt ein Besteigen der Züge behufs Reparatur oder Reinigung zu; im Raume *n*, nahe der Feuerbrücke *c* und verschlossen durch das Mauerwerk *o*, lagert sich die Flugasche ab, die grösstentheils nicht in die Züge gelangt.

Während man in Deutschland meist mit direkter Feuerung heizt, verwendet man in Amerika fast nur Dampfheizung. Der Grund hierfür ist wesentlich, dass dort meist geschliffene Kernseifen gesotten werden, während hier vielfach Seifen fabrizirt werden, bei welchen gegen Ende des Prozesses viel Wasser (Phlegma) verdampft wird.

Eine der üblichen Einrichtungen, mit direktem und indirektem Dampf zu sieden, zeigt die Fig. 27 (Sadtler, Handbook of Industrial Organic Chemistry. Philadelphia 1891). In jeden der neben einander gemauerten Kessel, von denen der eine im Durchschnitt gezeichnet ist, gehen die Röhren DE für indirekten und die Röhre K für direkten Dampf, die je von der Hauptleitung B mit dem Hahn C abgezweigt

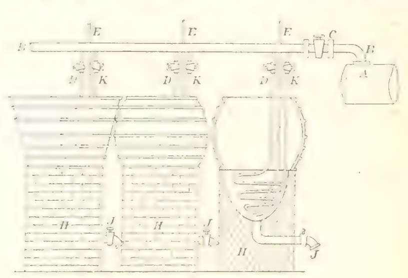


Fig. 27. Siedekessel mit Dampfheizung.

sind; bei J lässt sich die Unterlauge aus dem Kessel ableiten. In A sammelt sich das kondensirte Wasser, das zum Bereiten von Lauge Verwendung finden kann. H ist die Ummauerung.

Zum Wehren der Seifen beim Sieden dienen meist Spatel oder Krücken; einen besonderen Apparat hierfür hat Schulze (Seifenfabrikant 1884. 242) konstruirt.

Formen der Seife. Die zum Formen der Seifen dienenden Kühlkästen, Formen, sollen einerseits für die warme flüssige Seife hinlänglich dicht sein, andererseits den erkalteten Seifenformblock bequem herauszuheben. Während man in Deutschland stets auseinandernehmbare Holzformen verwandte, gebraucht man in Marseille noch jetzt vielfach Holzkästen von 0,15 bis 0,30 × 1 bis 1,2 × 2 bis 2,5 m Grösse, deren Wände vor der Füllung mit Kalkpulver bestreut oder mit Papier ausgekleidet werden.

Neuerdings verwendet man an Stelle der meist leckenden Holzformen zerlegbare eiserne, die zuerst von Krull (Helmstedt) eingeführt wurden und sich praktisch sehr bewährt haben. Dieselben sind aus ca. 1,5 mm starkem schmiedeeisernem Blech hergestellt und derart stark armirt, dass eine Deformation ausgeschlossen ist. Eine der üblichen Formen zeigt Fig. 28. Zur dichten Verbindung der Seiten unter sich und mit dem Boden greifen die gut eingepassten Kanten in gehobelte Nuten und werden in ihrer Lage durch Schraubbolzen gehalten. Durch zwei über die Form gehende Schraubbolzen werden die Wände in richtigem Abstand gehalten, so dass beim Erstarren ein genau ebener und rechtwinkliger Seifenblock entsteht.

Um das Erstarren derjenigen Seifen, die Fluss bilden sollen, beliebig verzögern zu können, lässt sich die Form mit Matratzen aus Jute (mit Werg gefüllt) umhüllen. Zum bequemen Auseinandernehmen der Form sind verschiedene handliche Verschraubungen konstruirt worden.

Die Formen umschliessen Seifenblöcke von 100 bis 5000 kg.

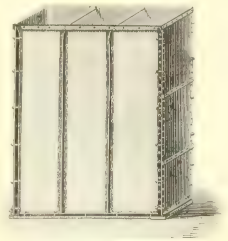


Fig. 28. Seifenform.

Schneiden der harten Seife. Der nach dem Erkalten der Seife in der Form erhaltene Formblock wird in kleinere Blöcke, Fällstücke, zerlegt, die man früher mit Stahldraht schnitt, während man jetzt meist geeignete Seifenblockzertheilapparate benutzt. (Konstruktionen von A. Krull [Helmstedt] u. a., vergl. Seifenfabrikant **1881**. 156, 226.) Entweder stellt man durch Horizontal- und Vertikalschnitte in der Länge und Breite Fällstücke von 50 bis 75 kg her, oder man arbeitet grössere Blöcke von etwa 150 kg durch Horizontalschnitte und Vertikalschnitte nur in der Längsrichtung heraus. Die in letzterem Fall

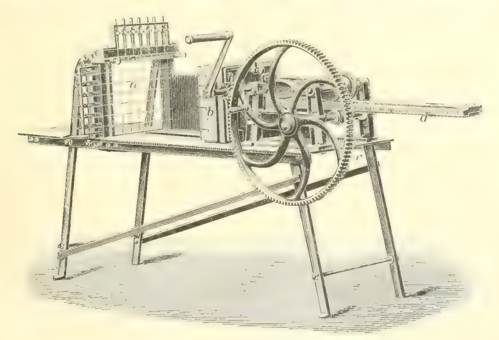


Fig. 29. Riegelschneidemaschine von A. Krull.

allerdings weniger leicht transportablen Stücke werden natürlich mit geringerem Materialverlust hergestellt.

Zum Zerschneiden der Fällstücke benutzt man Seifenriegelschneidemaschinen und Seifenstückenschneidemaschinen. Erstere sind entsprechend der Grösse der Fällstücke zur Verarbeitung von 50 bis 75 kg und von 150 kg Seife konstruirt.

Eine einfachere Konstruktion, die das Prinzip derartiger Maschinen erläutert, zeigt Fig. 29, eine Riegelschneidemaschine mit Einsetzrahmen *a* zur Zerlegung von Fällstücken (38 cm hoch und breit und bis 80 cm lang) in Riegel. Das Wesentliche an der Maschine ist der Einsetzrahmen, der — entsprechend der Grösse der gewünschten Riegel — kreuzweise mit Drähten bespannt ist und auf welchen der Seifenblock mittelst des Druckkopfes *b* — ein ca. 12 cm starker Holzklotz mit ca. 8 cm tiefen, den Drahtstellungen entsprechenden Einschnitten — geschoben wird. Diese Vorwärtsbewegung bewirkt der aus Schwungrad, Zahnstangevorschub und Rädervorgelege bestehende Mechanismus *cd*, der durch Handarbeit bewegt wird. Um das Reissen der Drähte möglichst zu vermeiden, sind die Drähte nicht direkt im Rahmenholz befestigt, sondern es sind noch federnde Kloben zwischengeschaltet.

Zweckmässiger als diese Maschine, bei welcher für Riegel von jeder Grösse besondere Einspannrahmen und Druckköpfe erforderlich

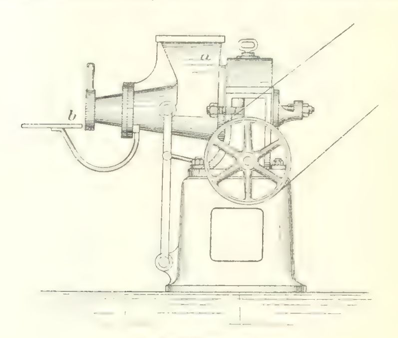


Fig. 30. Knetpresse.

sind, arbeiten diejenigen mit verstellbarem Universalrahmen, bei denen jener Uebelstand vermieden ist. Bei den Maschinen zur Verarbeitung der grösseren Fallstücke sind die Schneidedrähte nicht gekreuzt angebracht, sondern nur in einer Richtung. Beim Zerschneiden eines grossen Blockes von der ganzen Formenbreite — 0,6 bis 1 m — würden nämlich die Drähte reissen, und man muss daher zunächst Platten mit der Maschine ausschneiden lassen, die dann, aufeinandergepackt, weiter zertheilt werden. Auf bezügliche Konstruktionen von Krull (Seifenfabrikant **1881**. 257, 274; **1886**. 450) sei verwiesen.

Zum Zertheilen der Seifen in die für den Detailverkauf üblichen Stücke von 1, 1/2, 1/4, 1/8 etc. kg dienen die Seifenstückeschneidemaschinen, die theilweise ähnlich wie die obigen Maschinen (Seifenfabr. **1882**. 151) arbeiten, aber nur mit vertikalen Drähten im Schneiderahmen bespannt sind. Diese Apparate haben den Uebelstand, dass sie nur stets gleich-

mässig lange Stücke liefern, während Schwankungen in der Länge, entsprechend dem verschieden hohen Wassergehalt resp. dem Gewicht, erwünscht sind. Es sind daher Maschinen gebaut worden, die eine beliebige, jeweilig zu bestimmende Länge der Stücke zulassen (l. c. 1886, 176). Zum Egalisiren der Riegel im grösseren Massstab sind besondere Hobelmaschinen konstruirt.

Von sonstigen Apparaten für die Seifenfabrikation sei noch die Knet- und Formpresse (Peloteuse, Ballmaschine) zur Herstellung feiner Toilettenseifen erwähnt (s. S. 95). Die parfümirte, zerkleinerte Seifenmasse wird in den Trichter *a* (s. Fig. 30) gegeben und gelangt von da aus zu einer sehr kräftig gebauten kegelförmigen Schraube (archimedische Schneckenwelle), welche sie sowohl nach dem Mundstück *b* hinpresst, als auch gleichzeitig stark komprimirt, so dass sie als Strang von genügender Festigkeit heraustritt. Der Betrieb dieser Maschinen erfolgt durch Transmission; behufs Reinigung wird das konische Mundstück zusammen mit dem Mantel der Schraube von letzterer abgezogen.

B. Darstellung der einzelnen Seifenarten.

I. Natronseifen.

1. Kernseifen.

a) Auf Unterlauge. 1. Die alte, deutsche Kernseife wurde durch Verseifen von Talg mit Kali gewonnen, das durch Auslaugen einer innigen Mischung von Holzasche mit Kalk erhalten wurde. Durch wiederholtes Aussalzen wurde die entstandene Kaliseife in Natronseife verwandelt. Allerdings fand dieser Uebergang nicht vollständig statt, und zurückbleibende weiche Kaliseife veranlasste die beim Gebrauch angenehme Geschmeidigkeit der Seife.

Zur Zeit wird diese Seife nach Lage der Industrie nur wenig dargestellt.

2. Die Talgkernseife ist wegen ihrer Sparsamkeit eine der beliebtesten Seifen für Haushaltungen und Technik. Als Lauge dient am besten eine Lösung von Aetznatron; würde man Soda mit Kalk ätzend machen, so würde die noch unzersetzte Soda beim Aussalzen in die Unterlauge verloren gehen. Man gibt einen beliebigen Talgansatz in den Siedekessel und setzt etwa ein Viertel der zur Verseifung erforderlichen 8- bis 10grädigen Lauge hinzu. Bei langsamem Erhitzen bildet sich zunächst eine Emulsion, und beim Sieden tritt bald Bindung der Lauge durch die Fettsäuren (Verband) ein. Man erkennt dies daran, dass eine Probe der Masse auf der Zunge keinen beissenden Geschmack mehr hervorruft.

Nach erfolgtem Verband wird nun, da der Talg sich nur schwer verseift, wieder Lauge zugesetzt und zum Sieden erhitzt; allmählich siedet man mit 12- bis 13grädiger Lauge, bis die Masse in klaren, dickflüssigen Seifenleim übergegangen ist, der vom Spatel in langen, durchsichtigen Strähnen abläuft: die Seife siedet im Leim. Die Verwendung zu starker (18- bis 20grädiger) Lauge zerstört den Verband, und Lauge, von Seife getrennt, läuft vom Spatel. Die Verseifung ist als beendet zu betrachten, wenn eine Probe des Leims, auf eine Glas-

platte gebracht, sofort einen kleinen weisslichen Rand, *Laugenring*, zeigt, einige Zeit klar bleibt und erst beim Erstarren trübe wird. Auf der Zunge muss er ein merkliches Brennen, *Stich*, hervorrufen. Wenn der Seifenleim sich sofort trübt, so ist entweder noch unverseiftes Fett vorhanden oder zu viel Lauge, welche Seifenausscheidung hervorruft; ein grauer Rand des Tropfens deutet auf unverseiftes Fett. Zusatz von Lauge resp. Talg beseitigt diese Fehler.

Hat der Leim die richtige Beschaffenheit, so wird er zum Verjagen des Wassers noch so lange gesotten, bis er beim Herausnehmen in Fäden vom Spatel läuft: *Spinnen der Seife*. Hierauf beginnt man mit dem Zusetzen des Kochsalzes, das eine Scheidung der Seife von der Unterlauge hervorruft, da erstere in konzentrirter Salzlösung unlöslich ist. Man setzt das Salz in kleinen Portionen zu und lässt nach jedesmaligem Zusatz einige Zeit gut durchsieden. Zunächst wird der Leim flüssig, dann gerinnt er, und schliesslich kommt die Seife als dicke Masse an die Oberfläche.

Ist die Ausscheidung eine richtige, so muss die Seife, heiss auf den Spatel genommen, in weichen Flocken darauf hängen bleiben, während die Unterlauge klar vom Spatel abläuft und keinen stechenden, sondern nur einen salzigen Geschmack zeigt. Eine Probe, mit dem Daumen in den Handteller gedrückt, darf nicht schmieren, sondern muss sich als fester, trockener Spahn ablösen: *Druck haben*.

Nachdem sich — beim Abkühlen — die Unterlauge gut von der Seife getrennt hat, wird erstere durch Auspumpen oder Ablassen mittelst eines am Kessel befindlichen Hahnes zum Theil entfernt und das *Klarsieden* der Seife vorgenommen. Man bedeckt zu dem Ende den Kessel mit Brettern, lässt hochsieden und vermeidet hierbei ein Uebersteigen der Seife, indem man einige Bretter zurückwirft und mit dem Spatel „*wehrt*“. Ist die Seife gefallen, so deckt man wieder Bretter über und wiederholt die Operation noch mehrfach. Die erst mit kleinen Blasen durchsetzte Seife klärt sich unter Bildung grösserer Blasen immer mehr und lässt sich durch Rühren mit einem Stab halten. Schliesslich sinkt der grossblasige Schaum ganz zusammen, und klarer, schaumfreier Kern bleibt zurück.

Kernseifen, die man nicht, wie oben, auf Unterlauge klar siedet, indem man einen klaren, schaumfreien Seifenleim mit Kochsalz trennt, geben zwar eine höhere Ausbeute, sind aber leichter löslich und trocknen in Riegeln meist krumm. *Mangelhafte* Kernseifen entstehen ferner beim Versieden von ranzigem, stark säurehaltigem Talg mit reinen Aetzlaugen oder von frischen Fetten mit Laugen, die viel Soda enthalten.

Man stellt die Kernseifen entweder glatt oder marmorirt her. Die *glatte* Seife wird bereitet, indem man heiss in die Form schöpft und dort so lange krückt, bis sie zu erstarren anfängt. Die geringen vorhandenen Unreinigkeiten werden dadurch gleichmässig durch die Masse vertheilt. Um eine *Marmorirung* zu erzielen, lässt man dagegen die Form mit Brettern bedeckt in der Ruhe stehen. Es tritt die Bildung von *Kern* und *Fluss* (Krystallisation und Marmorirung durch vorhandene Verunreinigungen, s. o.) ein, die man durch Zusatz von in Lauge abgeschlämmtem Bolus, Braunstein, Frankfurter Schwarz, Ultramarin etc. verstärkt. Die Marmorirung kann man entweder sich

natürlich bilden lassen, oder man gibt ihr künstlich bestimmte Formen, z. B. Mandeln und Blumen. Um beispielsweise erstere hervorzurufen, zieht man in der genügend heissen und flüssigen Seife mittelst eines eisernen Stabes, der oben einen Griff, unten einen Knopf hat, möglichst gleichmässige und dicht bei einander stehende gerade Striche, erst in der Länge und dann in der Breite.

Geschliffene Kernseifen. Das Schleifen der Seife verhindert eine Marmorirung derselben, bewirkt unter Umständen eine Reinigung und wird meist vorgenommen, um ihr noch Wasser oder Lauge, Phlegma, zuzuführen. Um von oben zu schleifen, gibt man zu der im Kessel befindlichen Seife so viel 3- bis 4grädige Lauge, dass sie genügend gelöst ist. Ist sie zu scharf, so verwendet man Wasser, im anderen Falle dagegen stärkere Lauge. Nach dem Sieden lässt man den bedeckten Kessel sich langsam abkühlen; die Verunreinigungen gehen hierbei grösstentheils in die Unterlauge. Das Schleifen von unten ist nur bei Anwendung sehr unreiner Rohmaterialien erforderlich und wird nur wenig vorgenommen.

3. Die Marseiller Seife (Olivenölkernseife, spanische, venetianische Seife) ist eine der bekanntesten und werthvollsten Seifen, die besonders in der Seiden- und Türkischrothfärberei Verwendung findet. Die Fabrikation hat in Marseille ihren Ursprung genommen und wird dort seit Jahrhunderten in grossem Umfang getrieben.

Ursprünglich wurde diese Seife nur aus Olivenöl auf Unterlauge gesotten, jetzt auch mit anderen Oelen nach Art der abgesetzten Seifen auf Leimniederschlag (s. w. u.). Man verwendet stets Olivenöle zweiter Pressung und für die festesten Seifen Provencer, spanische und neapolitanische Oele. Neuerdings benutzt man auch Sesam-, Mohn-, Baumwollsaat- und namentlich Erdnussöl. 1000 kg Oel gebrauchen zur Verseifung ca. 700 l Lauge von 10°, 300 l von 15° und 100 l von 20° Bé. Das Verfahren selbst schliesst sich im Wesentlichen dem obigen an.

Die beliebte Marmorirung der Seife wird folgendermassen erzielt. Dem Seifenleim mischt man Eisenvitriol hinzu und der Trennungslauge etwas Schwefelnatrium, das aus der zuerst gebildeten Eisenseife Eisensulfid ausscheidet. Dasselbe oxydirt sich an der Luft zu Sulfat, das durch Alkali in Oxyd zerlegt wird; daher wird die erst blaue Marmorirung der Marseiller Seife mit der Zeit gelb. Auch mit Eisenvitriol allein oder mit Ultramarin wird gefärbt.

Das Aussalzen erfolgt nicht mit Kochsalz selbst, sondern mit einer 20- bis 30grädigen, stark salzhaltigen Lauge (meist der geklärten Unterlauge vom Klarsieden eines vorhergehenden Sudes). Die ausgeschiedene Kernseife wird vor dem Klarsieden noch einem Härtungsverfahren unterworfen, indem man sie über salzhaltiger 20grädiger Lauge in der Hitze tüchtig durcharbeitet.

Die Marseiller Seife wird in den letzten Jahrzehnten auch in grossen Mengen in Deutschland, namentlich in der Rheingegend, fabrizirt. Man verarbeitet am besten das beim Lagern des Olivenöles sich als Bodensatz bildende dicke, sehr stearinhaltige Oel, dem man 10 bis 20% Erdnuss- oder Baumwollsaatöl zusetzt.

Aus Olivenölfettsäure, die mit überhitztem Wasserdampf aus dem Oel erhalten wird, stellt man neuerdings in Deutschland ebenfalls Marseiller Seife dar.

4. **Palmölkernseifen** werden in grossen Mengen hergestellt, da das Palmöl wegen seiner leichten Verseifbarkeit, seiner talgähnlichen Beschaffenheit und seines angenehmen Geruches grosse Vortheile bietet. Das importirte tieforangefarbene bis gelbbraune Oel wird vor dem Gebrauch gewöhnlich gebleicht. Man verarbeitet 1000 kg Oel mit ca. 2500 kg Lauge von 14° Bé. Der Seifenleim wird entweder wie bei der Talgkernseife ausgesalzen, oder man siedet ihn klar und erhält durch Fällen mit Kochsalz oder mit 24grädigem Salzwasser einen schaumfreien Kern. Die Ausbeute beträgt 150 bis 155 kg Seife aus 100 kg Oel; durch Schleifen erhöht sie sich auf 160 bis 165 kg. Da die Seife stets etwas spröde und hart ist, verarbeitet man meist mit dem Palmöl etwas Knochenfett, Oleïn, Kamm- und Schweinefett, Erdnussöl etc. oder auch 15 bis 25 % Harz.

Die Seife zeigt einen angenehmen Veilchengeruch und gibt einen dicken, fetten Schaum.

5. Die **Harzkernseifen** gewinnen infolge ihres geringen Preises, ihrer leichten Verseifbarkeit und ihres Schäumens immer mehr Verbreitung. Man verwendet sie meist in Mischung mit Fetten. Zum Sieden der Seifen verwendet man vortheilhaft nur reines Fett und Harz. Das Fett wird auf heissem Wasser geschmolzen und dann das Harz in ihm aufgelöst. Die vorhandenen Verunreinigungen färben das Wasser und bilden einen Bodensatz. Zur Vermeidung von Schaumbildung verseift man mit starker Aetznatronlauge, die nur allmählich unter Vermeidung eines Ueberschusses zugesetzt wird. Ein Gehalt an überschüssigem Natron muss vermieden werden, da sonst leicht Verwitterung der Seife eintritt.

6. **Oleïnkernseife** wird ähnlich wie die Seife aus Olivenöl- und Palmölfettsäure aus saponitizirtem oder destillirtem Oleïn (d. h. Oelsäure) dargestellt. Ersteres gibt auf 100 Ansatz ca. 150 Ausbeute an ziemlich hartem Fabrikat, letzteres ca. 140 weichere Seife.

Als „**Apolloseife**“ kommt eine geschliffene derartige Seife speziell für Walkereien in den Handel. Sie ist nach längerem Lagern wachsgelb bis blond und von süsslichem Geruch. Durch Zusatz von 30 bis 50 % gebleichtem Palmöl erhält man eine noch härtere und ergiebigere Seife.

7. **Walkfettkernseife** wird wegen ihres bis zu 62 % betragenden Fettsäuregehaltes vielfach in der Tuchindustrie verwendet.

8. **Glatte Kernseifen für die Textilindustrie** können aus den verschiedenartigsten Fetten gesotten werden. Thierische Fette und Palmöl spielen die wesentlichste Rolle; die Seifen aus Baumölen (Sulfuröl) sind namentlich für empfindliche Farben von Werth. Ferner kann Oleïn (besonders saponitizirtes) und Knochenfett benutzt werden: Leinöl schadet eher dem Aussehen als der Qualität der Seife. Thrane und Fischtalg sind mit Vorsicht unter Rücksicht auf Farbe und Geruch zu verwenden. (In England werden sie viel verarbeitet und geben den Stoffen oft einen wahrnehmbaren thranigen Geruch.) Harz kann bis zu 10 % benutzt werden; Baumwollsaatöl ist nicht vortheilhaft, Kokos- und Palmkernöl sind direkt nachtheilig.

Je nach Lage der Preise modifizirt, gibt nachstehender Ansatz einen Anhaltspunkt für die Mengen der zu verarbeitenden Stoffe: 500 Talg, 250 Darmfett, 250 Knochenfett, 200 Oleïn, 200 Sulfuröl,

50 Fischtalg, 50 Leinöl oder Cottonöl. Verseift wird mit 18grädiger Lauge, worauf noch 150 kg Harz zugegeben werden. Zum Schleifen ist möglichst wenig und sehr schwache Lauge zu gebrauchen. Die Seifen dunkeln noch nach und zeigen den Geruch der verarbeiteten Fette. Gefärbt werden die Seifen mit 10 bis 15 % rohem Palmöl.

Wenn man das Schleifen der Seifen auch als eine zulässige Vermehrung der Ausbeute (bis zu 10 %) auffassen mag, so ist jedenfalls eine Vermehrung (Füllung) von Kernseifen mit 30 % einer Mischung von Talk, Soda und Wasserglas nur als Verfälschung zu betrachten.

Die betreffenden Füllmittel werden meist den geschliffenen Seifen warm oder auch kalt zugekrückt.

b) Kernseifen auf Leimniederschlag werden dargestellt, indem man dem Seifenleim nur so viel Kochsalz zusetzt, dass beim Stehen sich allmählich ein Seifenniederschlag bildet; Anwendung von viel überschüssiger Lauge bewirkt das Gleiche. Das Verfahren ist nur mit Beihülfe von Kokos- oder Palmöl möglich und liefert glatte Seife der verschiedensten Art, die glänzend und schmutzfrei sind: Wachsseifen. Man benutzt z. B. 400 kg Talg, 300 kg Baumwollsaatöl, 300 kg Erdnussöl, 400 kg Palmkernöl, 100 kg Kokosöl. Auch Schmalz, Pferdefett, Knochenfett, Oleïn, selbst Leinöl können verwendet werden. Man verseift zunächst ohne Zusatz von Palmkern- und Kokosöl mit 220 bis 250 kg 10- bis 13grädiger Natronlauge auf 100 kg Fett; nachdem man mit 5 bis 6 % Salz den Seifenkern erhalten hat, gibt man die obigen Oele zu, die noch ca. 600 kg 20grädige Aetzlauge zur Verseifung verbrauchen und mit 6 bis 8 % Salz als Kern erhalten werden. Hierher gehören auch: Prima weisse (glattweisse) Kernseife, Wachsseife, Elaïnkernseife und Oranienburger Kernseife. Gefärbt wird diese Seife häufig mit 10 bis 15 % ungebleichtem Palmöl.

Verarbeitung der Unterlaugen. Je nach der verschiedenen Darstellungsmethode enthält die Unterlauge schwankende Mengen Salz, Soda, Aetzlauge, Glycerin und Seife. Letztere ist bei der Ausscheidung der Kernseife mit Salz in geringerem Maasse wie bei der Fällung durch überschüssige Lauge vorhanden. Dampft man die Unterlauge ein, so bildet sich nach dem Erkalten eine von Salz und Sodakrystallen durchsetzte Gallerte von Seife. (Bei Verwendung von Knochenfett resp. Sulfurolivenöl enthält dieselbe auch Leim resp. Eiweiss.)

Das Eindampfen muss in möglichst flachen Gefässen unter Umrühren erfolgen; namentlich die Laugen von Harzkernseifen schäumen anfangs stark. Die erhaltene konzentrirte Lauge wird zum Erkalten in eiserne Gefässe gefüllt und als Walkextrakt verwerthet. In vielen Fabriken werden jedoch die Unterlaugen überhaupt nicht verwerthet.

Ueber die Verarbeitung auf Glycerin s. daselbst.

2. Halbkern- oder Eschweger Seifen.

Diese leicht zu fabrizirenden Seifen werden nach drei Methoden hergestellt:

a) man siedet einen Theil der Fette als Kern vor (indirektes Verfahren);
b) man versiedet das ganze Fett gemeinschaftlich (direktes Verfahren);
c) man stellt eine Kernseife (Grundseife) her, die durch Karbonate, Salz und Wasserglas gefüllt wird.

a) Die erste Methode liefert am leichtesten ein gutes Fabrikat. Man verwendet auf 100 Thle. talgartiger Fette (50 Talg resp. Palmöl und 50 Knochenfett resp. Schweinefett etc.) 50 Thle. Kokosöl als Verbindungsfett. Knochenfett, Leimfett und Satzöle werden stets zweckmässig auf Kern vorgesotten. Die Farbstoffe geringwerthiger Fette werden bei dem Sieden grösstentheils beseitigt, ebenso häufig ein unangenehmer Geruch derselben. Verwendet man weiche Fette, wie Pferdefett, Baumwollsaatöl, Sesamöl, Erdnussöl etc., so nimmt man auf 30 Thle. derselben 70 Thle. Talg oder Palmöl.

Das Siedeverfahren ist beispielsweise folgendes: 500 kg Knochen- oder Schweinefett werden mit 500 kg Talg oder Palmöl mit 12- bis 15grädiger Lauge verseift und mit ca. 80 kg Salz als Kern ausgeschieden, der auf der Unterlauge geschliffen und dann abgeschöpft wird.

Hierauf werden in einer zweiten Operation 500 kg 24grädiger Aescherlauge oder 20grädiger Aetzlauge mit dem obigen Kern zu einem klaren, dicken Kern gesotten, dem man allmählich 500 kg Kokosöl zugibt, wobei man durch Versetzen mit Lauge resp. Kokosöl die richtige Schärfe innehält. Ist die Seife zu dünn, so gibt man Salzwasser hinzu, bis eine Probe gleichmässig weiss ist und kernseifenartig, nicht zähe bricht.

Die leicht siedende, über den ganzen Kessel Rosen brechende Seife (d. h. der Dampf dringt von unten mit grosser Kraft durch die oben im Kessel befindliche Seife) wird in die Formen geschöpft, hier gekrückt, bis sie sich auf 75° abgekühlt hat, und dann leicht bedeckt. Hat sich in der Seife nach einigen Stunden Fluss gebildet, der dick neben einander liegt, so lässt man unbedeckt erkalten.

b) Die direkte Methode verwendet man für Baumwollsaatöl, Erdnussöl, Leinöl, Oleïn ausschliesslich. Auch wenn nur ein Kessel verfügbar ist, ist das direkte Sieden geboten. Sie ist indessen nur bei reinen, durch Säurewasser nicht verunreinigten Fetten lohnend, da anderenfalls das zugesetzte Wasserglas zerlegt wird. Da die Laugen den Seifen einverleibt bleiben, so ist diesen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, insbesondere müssen Reservoirs zur Klärung derselben vorhanden sein. Zweckmässig verwendet man Aetznatronlösungen von 30 und 40° Bé.; auch Laugen aus Natron und 30% Soda von 20 bis 30° Bé. (resp. Aescherlaugen derselben Stärke) sind erforderlich. Neben diesen hält man auch Lösungen von Kochsalz und Soda oder Pottasche bereit. Sollen die Seifen gefüllt werden, so gibt man mehr Kokosöl hinzu und versetzt mit Wasserglas, wenn gehöriger Verband eingetreten ist. Diese Seife wird mit Talk, Schwerspath etc. verfälscht.

c) Eschweger Seife aus Grundseife wird in Deutschland selten wenig fabrizirt, mehr in England und Amerika. Man arbeitet im Wesentlichen wie beim Verschleifen von Kernseifen.

Den nach einer der drei Methoden fertiggesottenen Seifen setzt man zum Färben folgende Stoffe zu: für Grau Frankfurter Schwarz oder Knochenkohlenstaub, für Roth Bolus, Marmorroth, Englischroth oder Zinnober, für Blau Ultramarin. Die Farbstoffe werden mit salzhaltigem Wasser oder (für gefüllte Seifen) mit Kernöl gut angerührt.

3. Leimseifen.

Leimseifen sind erkalteter Seifenleim, enthalten also neben der eigentlichen Seife stets noch die Unterlauge. Sie bieten der Verfälschung mit den verschiedensten Vermehrungsmitteln den weitesten Spielraum, variirt doch die Ausbeute von 250 bis 1600%. Man stellt sie glatt oder marmorirt her und färbt die glatten häufig mit Frankfurter Schwarz, Ultramarin oder Bolus. Die gelbe Farbe erzielt man mit rohem Palmöl und 5 bis 10% Harz, die braune in gleicher Weise unter Zusatz von Zuckercouleur oder unter Anwendung von Woll- resp. Walkfett. Bei den Leimseifen mit Ausbeuten über 260% müssen wesentlich grössere Mengen (bis zu 100% mehr) der zur Verseifung erforderlichen Menge Natron verwendet werden, wenn die Seife genügend hart sein soll. Die Vermehrungsmittel sind entweder kohlensaure Laugen und Wasser oder Wasserglas oder Mehl, Talk, Thon, Kryolith, allein oder zusammen mit den obigen.

Die Leimseife dient als Imitation a) der Kern-, b) der Halbkern- und c) der Fassseife.

a) Für eine Leimseife von 250 bis 275% Ausbeute gibt folgender Ansatz ein Beispiel: In eine Mischung von 100 kg Kokosöl und 50 kg Talg, die auf ca. 90° erwärmt wird, rührt man 60 kg Aescherlauge von 6° Bé. unter Zusatz von 40 kg Aetzlauge von 40° Bé. Ist Verband eingetreten, so fügt man noch weitere 35 kg derselben Lauge hinzu, und wenn ein Dickwerden beim weiteren Erhitzen eintritt, 5 kg Salz, die in 20 kg Wasser gelöst sind. Hierauf setzt man der heissen, flüssigen Seife allmählich 60 kg Wasserglas, in 45 kg Aescherlauge von 12° Bé. gelöst, hinzu. Nachdem gehörig durchgekrückt ist, bedeckt man den Kessel und lässt langsam erkalten.

Statt Kokosöl verwendet man auch Palmkernöl, statt Talg Palmöl; ersetzt man es durch Baumwollsaat- oder Erdnussöl, so resultirt eine weniger feste, aber noch brauchbare Seife.

Talgsodaseife oder Oberschalseife ist eine aus zwei Dritteln Kern- oder Kokosöl und einem Drittel Talg gesottene Seife von 200 bis 220% Ausbeute; von den geringeren Sorten erzielt man auch 300%.

Die obigen Seifen erscheinen häufig gerippt.

b) Leimseifen von 300 bis 350% Ausbeute(!); marmorirt Eschweger Seife, Mottled-Soap. Ein Ansatz dieser leichter als die obigen zu siedenden Seifen ist folgender: 100 kg Kern- oder Kokosöl, 60 kg Aetzlauge von 60° Bé., 100 kg Pottaschelauge von 25° Bé., 60 kg Salzwasser von 20° Bé. Nach erfolgtem Verband werden die Salzlösungen zugegeben. Häufig wird in die erwärmten Fette vor der Verseifung auch Talk eingerührt (auf 100 Oel 50 Talk).

Die marmorirte Mottled-Soap bildet sich am besten in grossen, 600 bis 800 kg enthaltenden Formen. Nachdem die Grundseife wie oben gesotten ist, gibt man ihr die geeignete Menge Ultramarin, in Wasserglas verrührt, hinzu.

Die gelbe Liverpool-Soap ist aus rohem, schmutzigem Palmöl mit 300 bis 800% Ausbeute gesotten.

c) Leimseifen von 500 bis 600% Ausbeute werden in entsprechender Weise wie oben durch geeigneten Zusatz von Talk,

Wasserglas etc. hergestellt. Wenngleich bereits eine solche Seife unzweifelhaft als ein Schwindelfabrikat zu bezeichnen ist, so wird der Betrug so weit getrieben, dass Seifen von 1000 bis 1600 % Ausbeute in den Handel gebracht werden!! Derartige Seifen enthalten 4 Thle. Karbonate, 5 Thle. andere Salze und 1 Thl. Aetznatron (vergl. [illegible] Eigenschaften). Ausgezeichnet sind sie meist durch Marmorirung.

d) Tonnen- oder Scheuerseifen sind gallertartige Fass- oder auch Riegelseifen von mässiger Festigkeit, die mit 1200 bis 1300 % Ausbeute hergestellt sind.

Die an den Kanten durchscheinenden transparenten Harzleimseifen, die hierher gehören, verdanken einem Zusatz von Pottasche diese Eigenschaft. Ueber andere hierher gehörige Seifenarten s. Deite (Handb. d. Seifenfabrik.), dem auch die obigen Angaben entnommen sind.

Auf kaltem Weg dargestellte Seifen.

Kokosöl, auch Palmkernöl, besitzt die Eigenschaft, durch blosses Zusammenrühren mit konzentrirter Natronlauge (1 kg 38grädige Lauge auf 2 kg Oel) sich zu verbinden. In die Form gebracht, bildet die Masse durch nachträgliche Selbsterhitzung eine weisse, feste Seife, die namentlich als billigere Toilettenseife Verwendung findet. Von den Kerntoilettenseifen, denen sie im Aussehen nahezu gleichen, unterscheiden sie sich durch den Bruch, der bei ersteren krystallinisch, bei der kalt fabrizirten amorph erscheint.

Bei diesem Verfahren lassen sich auch andere schwerer verseifbare Fette und Oele, wie Talg, Schmalz (beide bis zu 50 %), Oliven-, Ricinusöl etc., in den Verband aufnehmen. Inne zu halten bei der Fabrikation ist, dass nur reine Fette verarbeitet werden dürfen und um so höhere Temperaturen zu beobachten sind, je schwerer das Fett schmilzt. So arbeitet man mit Talgmischungen bei ca. 30 bis 45 °, mit Kokosöl allein oder mit Olivenölmischungen im Sommer bei ca. 25 ° und im Winter bei ca. 30 °. Muss man an Stelle des reinen Kokosöls — das Cochinöl — ranziges, altes Ceylonöl oder Coprahöl verwenden, so raffinirt man dies am besten, indem man es mit verdünnter Lauge kocht; hierbei wird das Oel gleichzeitig entfärbt und geruchlos. In den meisten Fällen ist anzurathen, das Oel über Salzwasser zu kochen, um vorhandenen Schmutz und Schleim zu entfernen. Gefüllt werden auch diese Seifen mit Salz, Pottasche, Zucker, Talk, Wasserglas etc. Gefärbt wird mit wasserlöslichen Farben, auch häufig marmorirt.

II. Schmierseife.

Die Schmierseifen wurden zuerst an den Ostsee-, dann an den Nordseeküsten fabrizirt und verdanken ihre Herstellung vermuthlich dem Wunsche, den verfügbaren billigen Thran zu verwerthen.

Die Schmierseife ist eine geschmeidige, salbenartige Seife, die mehr Wasser als die Natronseifen enthält und als eine Lösung von fettsaurem Alkali in Aetzlauge und Karbonat aufzufassen ist.

Die verwendeten Fette waren früher Thran und Hanföl (grüne Seife), an deren Stelle jetzt Leinöl, Dotteröl, Rüböl, Baumwollsaatöl, Erdnussöl, Sesamöl, ferner Oleïn, Talg, Palmöl, Schweinefett und Kammfett getreten sind.

Man unterscheidet nach dem Ansehen:

1. Glatte, transparente Seife;
2. Transparente Seife mit Naturkorn;
3. Transparente Seife mit Kunstkorn;
4. Glatte perlmutterartige Schmierseife.

Die Bereitung der Seifen muss in den verschiedenen Jahreszeiten verschiedenartig sein. Gefüllt werden sie vielfach am meisten mit Chlorkalium, ferner mit Wasserglas, Lauge, Kartoffelmehl etc. Auch krückt man der abgekühlten Seife ca. 20% einer Füllungslauge zu, die man durch Lösen von 100 kg Eschweger oder Kernseife in 600 kg heissem Wasser unter Zusatz von 100 kg Chlorkaliumlösung von 15° Bé und 150 kg Natronwasserglaslösung von 38° Bé. erhalten hat.

1. Glatte, transparente Schmierseife (schwarze, braune, grüne Kronenseife).

In der kalten Jahreszeit verarbeitet man meist Lein- oder Dotteröl, mitunter auch Thran- oder Hanföl, in der warmen ausser den genannten Oelen zur Verbesserung der Konsistenz und Haltbarkeit noch eine grössere Menge Baumwollsaatöl, Rüböl, Erdnussöl, Sesamöl und Olivenöl.

Die der Billigkeit wegen fast ausschliesslich aus Leinöl hergestellten Seifen würden zwar für den Wintergebrauch hinlänglich kältebeständig, dagegen im Sommer flüssig sein. In Folge dessen versiedet man im heissen Sommer mit ein Viertel bis ein Drittel Sodalauge, geht bei kühlerer Witterung auf ein Fünftel bis ein Sechstel zurück und verwendet bei Frost nur Pottaschelauge. Zu viel Sodalauge macht die Seife trübe und bröckelig — zumal unter dem Einfluss der Kälte. Durch Harzzusatz wird die Seife leichter schäumend, erhält einen schönen Glanz und wird wesentlich weicher. Man verseift es entweder gleichzeitig mit dem Oele, wodurch es besser aufgenommen, aber die Farbe dunkler und die Ausbeute geringer wird; oder man setzt es der fertigen Seife zusammen mit der erforderlichen Lauge zu, wobei zwar hellere Seife in grösserer Ausbeute entsteht, aber eine nochmalige Abrichtung erforderlich ist.

Glatte Leinölschmierseife wird vielfach in Norddeutschland in rothgelber, brauner und grüner Farbe gesotten. Die Abrichtung der Seife ist richtig getroffen, d. h. Lauge und Fett sind im geeigneten Verhältniss verwendet, wenn eine Glasprobe völlig klar bleibt, gegen einen dunklen Hintergrund gehalten kleine Laugenadern (Blume) sowie einen haarfeinen, weissen Laugenring zeigt. Fehlt der Seife Lauge oder Fett, so wird dieses zugesetzt, die Seife abgerichtet. Der fertig aufsiedenden Seife kann man noch 5 bis 15% Harz nebst entsprechender 30grädiger Lauge unter tüchtigem Rühren zusetzen, event. noch färben und von Neuem abrichten.

Die transparente Glycerinschmierseife ist eine helle, meist aus gebleichten Oelen fabrizirte Seife. 100 kg gebleichtes Lein- und Baumwollsaatöl liefern ca. 250 kg Seife; die Ausbeute mittelst ungebleichtem Oel ist etwas geringer.

Die Thranseife wird ausschliesslich mit Pottaschelauge gesotten und vorzugsweise in Spinnereien verwendet, da sie dem Garn eine besonders leuchtende Farbe gibt.

Die schöne grüne Hanfölseife wird nur selten, meist zu pharmazeutischen Zwecken, hergestellt.

2. Naturkornseife.

Sie ist die beliebteste und reellste Schmierseife, da sie ohne Schädigung des Ansehens keine hohe Vermehrung zulässt. Sie wird aus harten, stearinhaltigen sowie aus weichen Fetten oder Oelen hergestellt, und zwar liefern erstere das **Korn**, letztere die klare Grundseife; verseift wird nur mit reiner Pottaschelauge die nicht mehr wie 2 bis 3% Natron enthält. Das zur Verseifung kommende Fett (Talg resp. Kamm-, Schweine- und Knochenfett) muss zur Fabrikation einer tadellosen Waare zuerst gereinigt werden; das Oel (Lein-, Dotter-, Baumwollsaatöl) muss gut geschlagen und hell sein; saponifizirtes Oleïn darf für helle Seifen nicht verwendet werden, zu dunklen, speziell für Walkzwecke, gebraucht man es mit Vortheil. Die Fettkomposition richtet sich nach der Jahreszeit, nach der gewünschten Farbe und der Grösse des verlangten Kornes; je mehr stearinreiches Fett verwendet wird, desto mehr und dichteres Korn erzielt man. **Deite** giebt folgende Ansätze:

Gelbe Seifen mit reisförmigem Korn.

Im Sommer			Im Winter		
	helle	dunkle		helle	dunkle
Fett	35	35	Talg	30	35
Rohes Palmöl	2	3	Rohes Palmöl	2	3
Baumwollsaatöl (auch halb Schweinefett)	33	20	Baumwollsaatöl . . .	33	—
Leinöl	30	42	Leinöl	35	62

Wie bei der transparenten Seife ist ein Gehalt an Karbonat erforderlich, da sonst eine zähe, gummiartige Masse entstehen würde; auch zur Kornbildung ist die Gegenwart von Kalisalzen nöthig, und zwar verwendet man um so mehr Karbonat, je mehr hartes Fett zugesetzt wird. Die Verseifung selber ist im Wesentlichen die oben beschriebene. Färben lässt sich die Seife mit rohem Palmöl und parfümiren mit Mirbanöl (Nitrobenzol). Wird nicht gefüllt, so beträgt die Ausbeute ca. 235 kg auf 100 kg Fett.

3. Kunstkornseifen

stellt man dar, indem man der glatten, transparenten Schmierseife künstliches Korn zusetzt. Man verwendet Leinöl, Dotteröl, Baumwollsaatöl, Rüböl, Sesamöl, Sulfurolivenöl, Erdnussöl, auch Oleïn, ferner meist 10 bis 15% Harz. Das Korn ist ein zerstossenes, gesiebtes Pulver von Kreide oder besser von gebranntem Kalk, von dem 10 bis 40% der flüssigen, warmen Seife zugekrückt werden.

Die **gelbe Kunstkornseife** wird hauptsächlich aus raffinirtem Baumwollsaatöl oder gebleichtem Leinöl gesotten.

Die **grüne Kunstkornseife** war früher sehr beliebt und wird noch vielfach fabrizirt. An Stelle des früher verwendeten Hanföles verarbeitet man jetzt meist Leinöl und färbt die erhaltene gelbe Seife mit Indigo oder mehr noch mit Ultramarin.

Die braune Kunstkornseife wird aus dunklem Harz und Wollfett gesotten, oder man färbt die fertige Seife mit Zuckercouleur. Sie wird stark gefüllt (bis zu 500 kg Ausbeute), ist braun und enthält Kreidekorn.

4. Glatte, perlmutterartige Schmierseife.

Diese Seife, die als Silber-, Schäl- oder glatte Elaïnseife in den Handel kommt, verdankt ihr eigenthümliches Aussehen einem Zusatz von 15 bis 30 % 25grädiger Sodalauge zu der zum Sieden verwendeten Pottaschelauge; die entstehende Natronseife bildet weisse, silberglänzende Streifen in der klaren Oelseife; diese Musterung findet indessen erst nach völligem Erkalten und mehrtägigem Lagern statt.

Ein beliebtes Ausgangsmaterial bildet Baumwollsaatöl, das mit Talg, Palmöl, Schweinefett, Kammfett etc. gemischt wird; die Verhältnisse richten sich nach der Jahreszeit und darnach, ob eine gelbe oder weisse Seife hergestellt werden soll.

Die glatte Elaïnseife wird vortheilhaft aus Baumwollsaatöl oder Erdnussöl gesotten.

Seifen für besondere Zwecke.

a) Für die Textilindustrie.

Zum Walken kann jede Seife dienen, in der das Fett gut verseift ist, deren Lösung (ca. 1 Thl. auf 9 Thle. Wasser) weder eine kernseifenartige Decke ausscheidet noch einen Bodensatz bildet, sondern klar ist, am Glase haftet und auf Zusatz von 1 bis 1,5 % Salz, sowie von 4 bis 6 % Krystallsoda unverändert bleibt.

Man verbraucht harte Riegelseifen und weiche Fassseifen, letztere meist zum Walken mittlerer und ordinärer Wollstoffe.

Die ordinären, viel Alkali enthaltenden Seifen können nur zum Walken naturfarbiger Wollstoffe verwendet werden, während für gefärbte Kattune magere, neutrale Kernseifen zu verwenden sind, die am zweckmässigsten aus Olivenöl gesotten werden. Auch kann man dem Olivenöl andere Fette und Oele, ferner Oleïn zusetzen.

Die besten Schmierseifen, Naturkornseifen, wie sie zum Waschen von Garn und Tuch, sowie zum Walken benutzt werden, enthalten etwa 45 bis 46 % Fettsäuren, 12 bis 13 % Aetzkali und 41 bis 42 % Wasser.

b) Toilettenseifen.

Die Toilettenseifen stellt man 1. auf warmem Wege, 2. auf kaltem Wege, 3. durch Umschmelzen und folgendes Parfümiren resp. Färben fertiger Seifen, 4. durch Zerkleinern, Parfümiren resp. Färben fertiger Seifen und folgendes Piliren her.

1. Gereinigtes Kokosöl allein oder mit anderen Fetten resp. Oelen wird zunächst raffinirt, verseift und mit Kochsalz- und Karbonatlösung gefüllt; parfümirt wird mit Mirbanöl (ca. 400 g auf 150 kg Seife).

Die Transparentseifen verdanken ihre Eigenschaften dem Zusatz von Glycerin, Karbonatlösungen oder von Sprit. Ersteres gibt man der fertig gesottenen Seife zu und event. hierauf noch Sprit.

Ein geeignetes billiges Parfüm ist nach Deite 300 g Citronellöl, 100 g Fenchelöl, 100 g Verbenaöl, 25 g Pfefferminzöl, 75 g Lavendelöl.

2. Die kaltgerührten Seifen enthalten meist einen Ueberschuss an freiem Alkali, der sie für zarte Haut ungeeignet macht, aber andererseits ein stärkeres Schäumen bedingt. Parfümirt werden sie mit ätherischen Oelen.

3. Durch Umschmelzen wurden die Toilettenseifen zuerst in England fabrizirt; man schleift die fertige Kernseife mit heisser Pottaschelösung von 15 bis 16° Bé. und verrührt sie dann mit Färbemittel und Parfüm.

4. Die pilirten Seifen sind die sorgfältigst bereiteten und feinsten. Eine völlig reine Grundseife aus Talg und Kokosöl wird abgesalzen, klar gesotten, verschliffen, in lange Riegel zerschnitten und getrocknet. Hierauf wird sie mit einer Hobelmaschine in Spähne zertheilt, die getrocknet werden, bis sie sich zwischen den Fingern zerreiben lassen. In der Pilirmaschine findet eine weitere Zerkleinerung zwischen steinernen Walzen statt, und das Seifenpulver kann jetzt mit Parfüm und Farbstoff gemischt werden, um alsdann in die Peloteuse zu gelangen, aus welcher es — in Riegel gepresst — herausgeschoben wird (s. S. 84).

c) Medikamentöse Seifen

nennt Buzzi (Unna's Monatsh. d. Apoth.-Ztg. S. 607) solche, die ein bestimmtes Medikament enthalten. Um dasselbe gleichmässig zu vertheilen, ist salbenförmige oder flüssige Seife anzuwenden. Da ferner manche medikamentöse Stoffe sich mit alkalischen Seifen zersetzen, andererseits die Wirkung überfetteter Seifen auf die Epidermis oft nicht energisch genug ist, so empfiehlt Buzzi, neben alkalischen und überfetteten Seifen eine vollständig neutrale herzustellen. Da nun eine vollständige Verseifung eines Oeles durch Kaliumhydroxyd nur bei Ueberschuss des letzteren eintritt, dieser Ueberschuss aber sich schliesslich weder durch Schleudern noch durch Dialysiren vollständig entfernen lässt, so hat A. Keysser eine flüssige, absolut neutrale Kaliseife nach folgendem Verfahren hergestellt: Er fertigt zunächst aus feinstem Olivenöl mit englischer Soda eine feste Natronseife, diese zersetzt er durch verdünnte Schwefelsäure und sammelt die sich in schneeweissen Flocken ausscheidenden Fettsäuren, die bis zur völlig neutralen Reaktion des Waschwassers mit destillirtem Wasser ausgewaschen werden. Diese Fettsäuren verarbeitet er mit Kalilauge, wobei sich bis zur völlig neutralen Reaktion leicht kleine Mengen Fettsäuren oder Kalilauge zugeben lassen. Um die gewünschte Konsistenz zu erhalten resp. um ein Festwerden der Seife zu verhindern, wird eine kleine Menge Glycerin zugesetzt. In dieser neutralen flüssigen Grundseife kann man nach Buzzi die meisten der in Frage kommenden Medikamente auflösen. Für die Einverleibung fester unlöslicher Körper, wie Schwefel etc., wird aus der flüssigen Seife durch Abdampfen bis zur Salbenkonsistenz eine neutrale Salbenseife hergestellt. Die alkalischen Grundseifen werden aus den beiden Grundseifen durch Zusatz von 4 % kohlensaurem Kali hergestellt. Ueberfettete Seifen werden sowohl in flüssiger, als auch in Salbenform dargestellt, indem man Lanolin zusetzt, das einerseits mechanisch die Haut gegen gewaltsame Einwirkung der Seifen schützt.

andererseits durch sein leichtes Eindringen in die Haut die Resorption medikamentöser Stoffe begünstigt. Die flüssige überfettete Grundseife enthält 3 bis 4 % Lanolin in Emulsion. Die weiche überfettete Grundseife besteht aus 90 Thln. neutraler Salbenseife und 10 Thln. Lanolin. Ein grosser Vortheil in der Anwendung dieser Seifen in flüssiger und in Salbenform gegenüber der Verwendung fester Stückseifen liegt in der bei den ersteren verhältnissmässig leichten genauen Dosirung.

Zur Orientirung über die allgemeine Anlage einer Seifenfabrik wird nachstehend eine solche nach Schädler (Technol. d. Fette u. Oele 1121) beschrieben, vergl. Fig. 31 und 32.

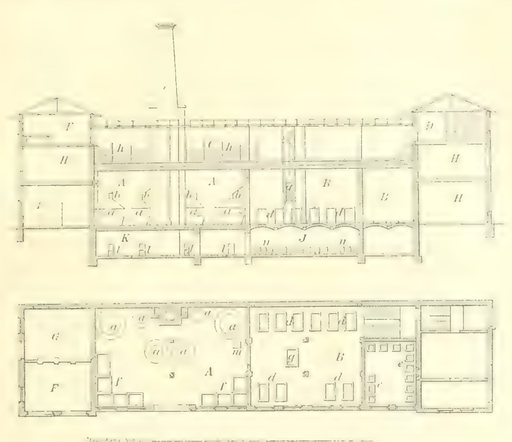


Fig. 31 u. 32. Seifenfabrik.

Das Fabrikgebäude hat eine rechteckige Form und besteht aus Keller, Erdgeschoss und einem Stockwerke, welche unter einander durch Treppen und den Fahrstuhl *g* verbunden sind.

In der Kellerabtheilung *K* befinden sich die Feuerungsanlagen und Feuerungsvorräthe *l* für die in den Keller hineinragenden Siedekessel *a* und Aescher *f*; die Abtheilung *J* ist der Lagerkeller für die fertigen Schmierseifen *n*, während die Materialien zur Seifenfabrikation (Oele, Fette, Soda etc.) in Speichern links vom Fabrikgebäude gelagert sind.

Das Erdgeschoss enthält 5 Abtheilungen, links die Remise *F* und den Pferdestall *G*, daran anschliessend das Siedehaus (Siederaum *A*), den Formkastenraum *B* und die Bureaux *H*.

Der Siederaum enthält neben der Esse *c* zwei kleinere Kessel, um geringere Mengen einer Seife — eventuell zu Versuchszwecken — zu kochen; mitten im Siederaum nach der Hinterwand zu und in den Ecken an der Hinterwand stehen je 2 grosse Kessel zum Kochen von 3500 bis 5000 kg Seife. Die Kessel sind

schmiedeeiserne und werden mit offenem Feuer geheizt; die Unterlauge wird aus ihnen mittelst Pumpe entfernt. Ueber jedem Kessel sind Blechhauben *b* mit Dunstabzugsröhren nach dem Schornstein *c* angebracht. Die Aescher *f*, deren 8 vorhanden sind, liegen zur Seite der Hauptthür. Jeder fasst 10000 l Wasser. Am Eingang nach dem Formkastenraum *B* füllt die Wage *m* einen Theil der Seitenwand aus.

Die Aufstellung der Formkästen *de*, welche in verschiedenen Grössen vorhanden sind, richtet sich nach dem Betriebe und ist selbstverständlich eine wechselnde. Aus der Formstube gelangen die gefüllten Schmierseifenfässer mittelst Fahrstuhl — Aufzug *g* — in den Keller: die Fällstücke, welche mit dem Seifenblocktheilapparat geschnitten werden, kommen nach dem ersten Stockwerke, um dort in dem Raum *C* weiter mit den Seifenriegeln Seifenstückschneide- und Seifenhobelmaschinen verarbeitet zu werden. Die mit *k* bezeichneten Plätze stellen die Schneidebänke dar. An der Rückwand des Schneideraumes befinden sich Verschläge *h* für die Seifenabfälle, welche durch Schlote direkt in die Siedekessel heruntergelassen werden können. Zum Trocknen der Seife dienen in dem Raum *D* die aufgestellten Gestelle; auf der entgegengesetzten Seite werden in der Kistenfabrik *E* die zum Versandt nöthigen Kisten hergestellt, um im mittleren Raume von *C* (Packraum) gefüllt und mittelst Fahrstuhl *g* nach dem Erdgeschoss resp. den Speichern etc. geschafft zu werden. Ueber den Bureaux *H* im Erdgeschoss befinden sich im ersten Stock noch Wohnräume.

Ueber einige neuere Methoden der Seifenfabrikation.

1. Ebenso wie Aetzalkalien bewirken nach Pelouze auch Schwefelalkalien die Verseifung der Fette; hierbei entwickelt sich Schwefelwasserstoff. Der unangenehme Geruch der gebildeten Seife steht ihrer Fabrikation entgegen.

2. Nach Liebreich ist die direkte Verseifung der zerkleinerten Coprah das einzige Mittel, eine neutrale Seife zu gewinnen (s. dagegen Deite, Seifenfabrikation, S. 269); der Seifenleim wird durch Centrifugiren von der Cellulose getrennt und ausgesalzen. Da der Seifenkern äusserst hart ist, so setzt G. Heine (Charlottenburg) der Coprah grössere Mengen Schmalz zu; er stellt in dieser Weise eine Grundseife her, die zur Fabrikation pilirter Seifen dient.

3. Um das vorhandene freie Alkali in Karbonat zu verwandeln, mischten Kluge & Co. (Magdeburg) die abgerichtete Seife mit Natronbikarbonat, bis das Alkali mit Kohlensäure gesättigt ist.

4. Hervorragendes Interesse beanspruchen die Versuche, aus Erdöl Seifen zu bereiten (vergl. Donath, Ch. Z. **1892**. 590. 795; Haack 694). Schon 1873 wurden in der Wiener Weltausstellung Petroleumseifen ausgestellt. Später wurde Schaal (Ch. Z. **1885**. 1520) ein Verfahren patentirt, nach welchem Erdöl und Kohlenwasserstoffe mit einer feingepulverten Mischung von Kalk und Aetznatron versetzt und im Luft- oder Sauerstoffstrom zum Sieden erhitzt werden; nach und nach wird mehr Alkali zugesetzt und die fertige Seife ausgeschöpft. Auch Modifikationen des Verfahrens unter Beihülfe von Sauerstoffüberträgern und durch Arbeiten bei niederer Temperatur wurden vorgenommen. Ueber eine praktische Verwerthung des Verfahrens verlautet nichts Näheres.

Nach einem Patentgesuch von Raeymackers & Co. (Belgien) — 1890 — soll Mineralölseife durch Oxydation des Mineralöles und nachfolgende Verseifung dargestellt werden. Wie indessen Haack mittheilt, waren die erhaltenen Seifen nicht wasserlöslich und schäumten nur schwach oder gar nicht. Die Oxydation der Oele war unter Beihülfe der Schwefelsäure durch den Sauerstoff der Luft erfolgt. Durch Einwirkung von Sauerstoff entwickelnden Reagentien gelang es jedoch Haack, die Naphtene des Oeles — die für die vorliegende Frage wesentlichen Kohlenwasserstoffe C_nH_{2n} — mit dem Luftsauerstoff zu einbasischen Säuren zu oxydiren, die mit Alkali Seife liefern. Die Vaselineseife der Chesebrough Manf. Co. kommt in butterartigem und festem Zustand speziell für kosmetische Zwecke in den Handel.

Im Zusammenhang mit diesen Versuchen stehen die Bemühungen, nicht oxydirtes Petroleum etc. den Seifen zu inkorporiren. Bereits 1878 wurden auf der Pariser Ausstellung feste Petroleumseifen gezeigt, über die Livache (Ch. C. **1878**. 266) ausführliche Mittheilungen machte. Erhalten werden sie, wenn man den Fetten etc. vor der Verseifung eine Mischung von Petroleum mit Carnaubawachs zusetzt. Letzteres resp. der bei seiner Verseifung entstehende Melissylalkohol veranlasst, da er mit Petroleum in allen Verhältnissen mischbar ist, dass die

Petroleumseifen in Wasser klar löslich werden. Auch Holzgeist, Amylalkohol und andere Körper, die sich sowohl mit Seifenlösung als mit Petroleum mischen lassen, bewirken, dass Seife bis zu 50% Petroleum aufnehmen kann, ohne dadurch wasserunlöslich zu werden. Die Petroleumseifen lassen bei gelinder Hitze das Petroleum abdestilliren und gewöhnliche Seife bleibt zurück (vergl. auch Analyse). Aehnlich wie Petroleum verhalten sich auch Theeröle, von denen Emulsionen resp. Lösungen in Seife in den Desinfektionsmitteln Sapokarbol, Kreolin und Lysol vorliegen.

5. Neuerdings geht das Bestreben dahin, nicht mit Alkali direkt Seife zu gewinnen, sondern erst mit Kalk oder überhitztem Wasserdampf freie Fettsäuren und Glycerin darzustellen und dann erstere zu verseifen (Ch. Z. **1892**. 650; vergl. auch Z. ang. **1891**. 505). In dieser Weise erspart man den Verlust an Glycerin in den Unterlaugen der Seifenfabrikation.

Die Zusammensetzung verschiedener Seifen zeigt nachstehende Tabelle (nach Muspratt):

Art der Seife	Fettsäuren	Natriumoxyd Na_2O	Kaliumoxyd K_2O	Wasser
Kernseifen:				
Talgseife, weiss, frisch gesotten . .	58	6,8		28,6
Talgseife, marmorirt, frisch gesotten	60,9	7,4	—	25,6
Talgseife, marmorirt	72,3	8,8		14,8
Palmölseife, gebleicht	61,2	8,0	—	24,8
Palmölseife, ungebleicht	65,2	8,6		19,9
Toilettenseife, feine, weisse	75	9		16
Mohnölseife, harte	76	7		17
Marseiller Seife, Savon marbré . . .	64	6		30
Marseiller Seife, weiss	68,4	10,2		21,4
Sanitasseife	78,0	10,1		8,1
Kaliseifen:				
Weiche Seife	44	—	9,5	46,5
Gewöhnliche Schmierseife A. . . .	34	-	9,5	46,5
Gewöhnliche Schmierseife B. . . .	42,8		9,1	48
Halbharte Seife zum Walken	62		11,5	26,5
Belgische grüne Seife	36		7	57
Schottische Rübölseife	51,7		10	38,3
Schottische Baumölseife	48		10	42
Gefüllte Seifen:				
Frisch gesottene weisse Seife	38,8	5,3		43,6
Talgseife, weiss	42,8	5,8		39,1
Talgseife, marmorirt	47,6	6,5		35
Talgseife, grau	46,8	6,6		33,2
Palmseife	49,8	7,0	-	35,4
Kokosseife	46,4	6,9		36,8
Londoner Kokosnussölseife	22	4,5		73,5

Seifen mit einem Wassergehalt von über 60%, wie er besonders durch viel Chlorkalium möglich gemacht wird, sind als verfälscht zu betrachten.

Die guten Talg- und Oelkernseifen theilt Teuchert (Ind. Bl. **1890**. 79) in drei Klassen:

Ia mit 10% Wasser; 82 bis 83% Fettsäure
IIa „ 15 „ „ 77 „ 78 „ „
IIIa „ 20 „ „ 72 „ 73 „ „

Eigenschaften und Verwendung. Die Hauptverwendung der Seife zum Waschen gründet sich auf die Zersetzbarkeit derselben durch Wasser.

Während Berzelius annahm, dass die Zerlegung der Seife in Aetznatron und saures fettsaures Natron im Sinne folgender Gleichung stattfindet:

$$2NaC_{18}H_{35}O_2 + H_2O = NaOH + NaC_{18}H_{35}O_2.C_{18}H_{36}O_2$$

haben Chevreul's Versuche gezeigt, dass neben unlöslichem saurem Salz nicht Aetzalkali, sondern ein lösliches basisches Salz entsteht.

Eine Seife aus 89,55 % Fettsäuren und 10,45 % Natron liefert nach Rotondi (W. J. 1886. 990) bei der Zersetzung mit Wasser

Lösliches Salz:		Unlösliches Salz:	
Fettsäuren	86,51	Fettsäuren . .	91,36 %
Natron .	13,49 „	Natron . . .	8,64 „

Das basische Salz löst sich auch in kaltem Wasser vollkommen und wird durch Kochsalz unzersetzt gefällt, das saure Salz ist selbst in heissem Wasser nur wenig löslich, dagegen wird es von dem basischen in der Hitze leicht gelöst, aber beim Erkalten wieder ausgeschieden. Hierdurch erklärt sich, weshalb in heissem Wasser Seife klar löslich ist. Beide Salze lassen sich durch Dialyse aus der klaren Lösung trennen. Die Rolle, welche die beiden Verbindungen bei der Benutzung der Seife spielen, ist folgende: das basische Salz bewirkt eine Benetzung der zu reinigenden Gegenstände mit Wasser und entfernt die Unreinigkeiten, das saure hüllt sie — zusammen mit dem Seifenschaum — ein und verhindert so ein erneutes Niederschlagen derselben.

Es erhellt aus den oben angeführten Umsetzungen der fettsauren Salze, dass sie bei ihrer Verwendung zum Waschen einen spezifischen Unterschied gegenüber Aetzalkalien, Alkalikarbonaten, Alkaliboraten oder anderen Salzen mit schwacher Säure zeigen und daher von diesen niemals zu ersetzen sind.

In der That haben sich weder Wasserglas noch Mischungen von Bolus, Kaolin, Sand etc. mit Soda als Waschmittel einführen können.

Für den Hausgebrauch sind neutrale Seifen am geeignetsten; während freies Alkali schon bei starker Verdünnung die Epidermis heftig angreift, bewirkt nicht völlig verseiftes Fett durch Ranzigwerden die Bildung schädigender Fettsäuren.

Auch in der Technik sind die stark alkalischen Seifen in Folge der Einwirkung der Alkalien auf Farbstoffe und Wollfaser nur vorsichtig zu verwenden. Beim Waschen ist möglichst weiches Wasser zu verwenden, da sonst die Seife in wirkungslosen unlöslichen fettsauren Kalk etc. verwandelt wird. Steht nur hartes Wasser zur Verfügung, so fälle man die vorhandenen Salze mit Soda als unlösliche Karbonate. Wie unrationell ein Arbeiten mit hartem Wasser ist, zeigt folgender ungefährer Ueberschlag: Sind in 100 000 l Wasser 50 Thle. CaO (als Salze) vorhanden, so würden ca. 105 kg Soda (90 %ig) dasselbe weich und zum Waschen geeignet machen. Setzt man die Soda jedoch nicht hinzu, so würden ca. 242 kg Seife durch Zersetzung mit den vorhandenen Salzen als unlösliche Kalksalze etc. unwirksam werden resp. verloren gehen. Da nun Seife mehr als 15mal theurer als Soda ist, so wären im zweiten Fall die Unkosten mehr als 30mal höher wie im ersten.

Eine zweite Verwendungsweise der Seife ist die als Schmiermittel, als welches sie allein oder in Mischung mit Oelen, Vaseline etc. („konsistentes Fett") benutzt wird.

Seife dient uns als Träger verschiedener desinfizirender Körper, wie Karbolsäure, Quecksilberchlorid, Theeröl etc.; Kaliseife oder auch Seife mit Schwefelzusatz wird gegen Hautkrankheit verwendet. Die Seife fördert die Resorption genannter Körper.

Auch zur Herstellung lithographischer Tinte etc. findet sie Verwendung; ferner zur Darstellung verschiedener Metallseifen, die in der Färberei etc. gebraucht werden. Von ihnen seien folgende erwähnt:

a) Aluminiumseife dient zum Wasserdichtmachen von Zeug; dasselbe wird erst mit Aluminiumacetat-, dann mit Seifenlösung behandelt.

Um Holz vor Feuchtigkeit zu schützen, sind die ölsauren, stearinsauren und palmitinsauren Salze des Aluminiums vorgeschlagen, die durch Verseifen von Fetten mit Alkalialuminat entstehen. Aluminiumoleat hat man auch — als Ersatz der Harzseife — zum Leimen des Papiers zu benutzen versucht.

b) Manganseife, ein Siccativ (s. Firnisse), entsteht durch Zersetzen von Seife mit Mangansulfat oder auch durch Lösen von Mangankarbonat in Oelsäure.

c) Zink- und Bleiseife, die als Pflaster dienen, erhält man durch Zersetzen von Seife mit Zinksulfat resp. Bleiacetat. Auch kann man Olivenöl mit

<table>
<tr><td colspan="10">Zur Bestimmung des Wassergehaltes werden 5 g Seife bei 110° getrocknet. Nach dem Wägen wird mit Petroleumäther extrahirt.</td></tr>
<tr><td rowspan="6">Die Lösung enthält unverseiftes Fett, das nach dem Verdunsten des Lösungsmittels bei 110° getrocknet u. gewogen wird</td><td colspan="9">Der aus Seife, Glycerin, Mineralbestandtheilen etc. bestehende Rückstand wird mit [illegible] Alkohol behandelt.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Die Lösung enthält Seife, Glycerin und freies Alkali, zu dessen Bestimmung nach Zusatz von Phenolphtalein mit Normalschwefelsäure titrirt wird.</td><td colspan="5">Der Rückstand, Soda, Kochsalz, Natriumsulfat, Wasserglas, Borax, Stärke, Unlösliches etc. enthaltend, wird mit 60 ccm Wasser behandelt.</td></tr>
<tr><td colspan="4">Nach Zusatz von viel Wasser und Verjagen des Alkohols wird die Seife mit einer gemessenen Menge überschüssiger Normalschwefelsäure in der Hitze zersetzt, worauf filtrirt und gewaschen wird.</td><td colspan="4">Das Filtrat wird in vier gleiche Theile zerlegt.</td><td rowspan="3">Im Rückstand bestimmt man die Stärke durch Invertiren mit Säure und Bestimmung des Zuckers mit Fehling'scher Lösung. Nachdem auf Stärke umgerechnet ist, erhält man durch Differenz die Menge des Unlöslichen. — Auch kann man — wenn nur Stärke neben Mineralbestandtheilen vorhanden ist — wägen, veraschen und zurückwägen.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Das Filtrat, Glycerin und an Fettsäure gebundenes Alkali enthaltend, wird mit Normalnatron zurücktitrirt.</td><td colspan="2">Der Rückstand, Fettsäuren und Harz enthaltend, wird bei 110° getrocknet und gewogen. Ein aliquoter Theil wird in 20 ccm starkem Alkohol gelöst und nach Zusatz von Phenolphtalein mit einem geringen Ueberschuss von Natron in der Hitze verseift. Nach dem Erkalten füllt man mit Aether auf 110 ccm auf, zersetzt mit fein gepulvertem Silbernitrat, schüttelt 10 Minuten und lässt absetzen.</td><td rowspan="2">Die Soda wird mit Normalschwefelsäure titrirt und als Na_2CO_3 berechnet.</td><td rowspan="2">Kochsalz wird mit Silbernitrat titrirt.</td><td rowspan="2">Man fällt mit Baryumchlorid, wägt $BaSO_4$ und rechnet auf Na_2SO_4 um.</td><td rowspan="2">Man zerlegt mit Salzsäure, scheidet die Kieselsäure ab, wägt diese und bestimmt das Natron. Im Filtrat weist man mit Curcumapapier, das man nach dem Befeuchten bei gelinder Wärme trocknet, Borax nach.</td></tr>
<tr><td>Die durch Differenz bestimmte Menge Schwefelsäure ist der an Fettsäure gebundenen Menge Alkali äquivalent u. wird auf NaOH resp. KOH berechnet.</td><td>Das titrirte Filtrat wird auf dem Wasserbad zur Trockene gedampft u. mit absolutem Alkohol extrahirt. Die Lösung wird in tarirten Schälchen verdunstet u. der Rückstand als Glycerin gewogen.</td><td>Der Niederschlag enthält stearin-, palmitin- und ölsaures Silberoxyd.</td><td>Die Lösung, das harzsaure Salz enthaltend, wird z. Hälfte filtrirt, mit 20 ccm Salzsäure (1:2) zerlegt und ein aliquoter Theil wird in tarirter Schale, nachdem das Lösungsmittel verjagt ist, bei 100° getrocknet und dann gewogen. (Für je 10 ccm Lösung sind hierbei 0,0235 g gelöster Oelsäure in Abzug zu bringen.)
Durch Subtrahiren der gefundenen Menge Harz von der oben gefundenen Menge (Harz + Fettsäuren) ergibt sich das Gewicht der letzteren.</td></tr>
</table>

Bleiglätte verseifen. In der ersten Weise dargestellt, trocknet die Zinkseife schnell zu einer zerbröckelnden Masse zusammen.

d) Kupferseife stellt man durch Fällen des Kupfersulfats mit Seife dar oder durch Kochen des Karbonates mit Oelsäure. Die erhaltene grüne, trocken und spröde werdende Masse löst sich wenig in Alkohol, leichter in Aether und Oelen und bildet einen Bestandtheil des Glühwachses.

Schmilzt man eine Mischung von Kupfer- und Eisenseife (durch Fällen des gemischten Vitriols mit Seife erhalten) mit Bleiglättefirniss und Wachs, so erhält man eine Masse, die Gypsabgüssen einen haltbaren, bronzeartigen Ueberzug verleiht.

e) Harzseifen dienen, ausser als Zusatz zu den anderen, wesentlich zum Leimen des Papiers (s. daselbst).

Als Wagenschmieren dienen die Kalksalze der Harzsäure.

Die abietinsauren Metallsalze werden neuerdings in der Vervielfältigungstechnik verwendet.

Die Abwässer von Wäschereien etc. verarbeitet man, wie unten bei Fettsäuren angegeben.

Analyse. Die Untersuchung der Seifen ist angesichts der vielfach vorgenommenen Verfälschung derselben stets anzurathen. Eine Uebersicht des Verfahrens gibt die Tabelle von Leeds, S. 101, zu deren Ergänzung noch Folgendes angegeben sei.

1. Wasser. Die zu trocknende Seife ist fein zu schaben; da einzelne Arten in Folge hohen Wassergehaltes schon unter 100° schmelzen und sich mit einem Häutchen bedecken, das die Wasserdämpfe nicht durchlässt, so trocknet man erst längere Zeit bei 60 bis 70°. Enthält die Seife freies Alkali, so arbeitet man in kohlensäurefreier Luft.

Rasch und für technische Zwecke hinreichend genau verfährt man nach W. Smith (J. Soc. Dyers and Colourists **1**. 31 d. Benedikt), indem man 5 bis 10 g der fein vertheilten Probe im weiten Porzellantigel auf dem Sandbad mit einer kleinen Flamme unter ständigem Umrühren erhitzt. Nach 20 bis 30 Minuten prüft man, ob die Entwässerung beendigt ist: eine nach der Entfernung der Flamme über den Tiegel gehaltene Glasplatte darf nicht beschlagen. Sorgfältig hat man ein Anbrennen der Seifen zu vermeiden.

Wenn die Seife noch Alkohol, Glycerin oder andere flüchtige Bestandtheile enthält, so ergibt der Gewichtsverlust nicht gleich den Wassergehalt.

2. Neutralfett. Die Extraktion der getrockneten Seife nimmt man im Soxhlet'schen Apparat und zwar am besten mit den unter 85 bis 86° siedenden Antheilen des Benzins oder Petroleumäthers vor, da diese am wenigsten Seife lösen. Man löst zweckmässig die trockene Seife erst in absolutem Alkohol, lässt diesen über der 6 bis 7fachen Menge Sand im Becherglas verdunsten und gibt die Masse dann in den Extraktionsapparat. — Im Extrakt ist durch Titriren mit Alkali ein etwaiger Gehalt an freien Fettsäuren festzustellen.

Nach Wolff (Fr. **18**. 570) extrahirt man am besten mit reinem Anilin, da bei wenig Fett neben viel Seife eine Verseifung desselben beim Lösen eintreten kann.

3. Fettsäuren und Harz. Die Seife wird mit überschüssiger Säure so lange gekocht, bis die abgeschiedenen Fettsäuren in völlig klarer Schicht obenauf schwimmen. Der nach dem Erkalten meist erstarrende Kuchen wird unterhalb des Schnabels der Schale und an der entgegengesetzten Stelle mit dem Glasstab durchstossen und die Flüssigkeit abgegossen. Nachdem die Fettsäuren durch Umschmelzen mit Wasser gereinigt worden sind, hebt man den Kuchen ab und trocknet ihn (Schwefelsäure, Vakuum).

Für technische Zwecke erhitzt man ihn (unter Anwendung von 5 bis 50 g) in einer gewogenen halbkugeligen Schale unter ständigem Rühren mit ganz kleiner Flamme, bis das knisternde Geräusch in Folge des entweichenden Wasserdampfes aufhört und eben Dämpfe von Fettsäuren fortgehen.

Die gefundenen Prozente Fettsäuren, vermindert um 3,25%, geben mit genügender Genauigkeit die Prozente Fettsäureanhydrid. (Je 100 Thle. Stearin-, Palmitin-, Oelsäure entsprechen je 96,83, 96,48 und 96,81 Thlen. Anhydrid.)

Durch Bestimmung des Schmelz-, Erstarrungspunktes, des spezifischen Gewichtes, der Jod- und Verseifungszahl etc. der abgeschiedenen Fettsäuren ergeben sich Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Herkunft der Seife.

Eine einfache Methode zur Bestimmung des Fettsäuregehaltes der Seife besteht in dem Vergleich derselben mit einer Seife von bekanntem Gehalt. Man titrirt eine Calciumchloridlösung oder dergl. mit der Seifenlösung, bis ein bleibender

Schaum entsteht — entsprechend wie bei der Clark'schen Methode zur Härtebestimmung des Wassers.

Harz. Aus einer kalifreien Seife lässt sich die Harzseife direkt mit Aether-Alkohol extrahiren. In dem Gemisch mit Fettsäuren, wie man das Harz durch Behandeln von Natronseife mit Säure erhält, bestimmt man es nach Barfoed (Benedikt, Analyse S. 178).

Das gebundene Alkali berechnet man meist — bei nur geringen Mengen Kali — auf Na_2O und verfährt entsprechend bei Schmierseifen.

Glycerin bestimmt man vortheilhaft auch, indem man 1 bis 10 g Seife in Wasser oder — bei Gegenwart organischer Stoffe — in Methylalkohol löst, filtrirt, eventuell den Alkohol verjagt, die Fettsäuren abscheidet, filtrirt und nun das Glycerin mit Kaliumpermanganat (s. bei Glycerin) oxydirt. Abgesehen von den Kernseifen, findet man meist den ganzen Glyceringehalt der Fette in der Seife vor.

Verfälschungen etc. Nur die transparenten Seifen sind ganz ohne Rückstand in Alkohol löslich. Häufig gibt eine mikroskopische Prüfung gleich Anhaltspunkte zur Untersuchung der Rückstände. Auf die häufigsten Vorkommnisse ist schon oben (S. 101) Rücksicht genommen. Genau ermittelt man den Gehalt an Alkalikarbonat nach Horn nur, wenn man mit bei 120° getrockneter Seife arbeitet, da es sonst in verdünntem Alkohol in Lösung geht. Auch kann man den Gehalt an Kohlensäure bestimmen.

Dextrin weist man durch Extrahiren des in Alkohol unlöslichen Rückstandes mit kaltem Wasser und Fällen mit Alkohol nach.

Leim entzieht man ihm mit heissem Wasser; die Lösung gelatinirt beim Erkalten und gibt mit Gerbsäure einen Niederschlag.

Ausserdem kommen in Seife Alkohol, Petroleum und ätherische Oele vor.

Zum Nachweis von Alkohol, der häufig in transparenten Seifen enthalten ist, mischt Valenta (Benedikt l. c. 213) 50 bis 60 g Seife mit Bimsstein und destillirt erst bei 110°, dann bei 120° im Paraffinbade. Das Destillat wird nach Hager's Jodoformprobe (Erwärmen mit Kali und Zusatz von Jodjodkaliumlösung) auf Alkohol geprüft.

Petroleumseifen sind in Wasser völlig löslich, wenn sie einen Körper, der Seife und Petroleum löst, enthalten (Holzgeist, Amylalkohol etc.). Auch Zusatz von Carnaubawachs macht sie löslich. Zum Nachweis des Petroleums destillirt man es bei gelinder Wärme ab. Für Steinkohlentheeröl, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl etc. gilt dasselbe wie für Petroleum.

Aetherische Oele treibt man aus der mit Schwefelsäure angesäuerten Seifenlösung mit Wasserdampf ab und extrahirt das Destillat mit Aether.

Untersuchung von Walkseifen. Die zum Walken verwendeten Kernseifen werden ausser nach obigem Gange noch zweckmässig — nach Morawsky und Demsky (D. 257. 530) — geprüft, ob sie einen Seifenleim bilden, der bei hoher Temperatur noch genügend zäh ist. Die zu dem Ende vorgenommene Spinnprobe besteht darin, dass man 10 g feingeschabte Seife in 100 g Wasser auf dem Wasserbad löst, die Lösung in kaltes Wasser stellt und durch Rühren mit dem Thermometer ermittelt, bei welcher Temperatur die Seife spinnend wird, d. h. die Lösung zähflüssig und fadenziehend ist. Die Temperatur erscheint vom Schmelzpunkt der Fettsäuren abhängig und wird durch Zusatz von Soda oder Salz, wie folgende Tabelle zeigt, bedeutend erhöht.

10 g Seife in 100 ccm Wasser	Schmelzpunkt der Fettsäuren	Spinntemperatur	Nach Zusatz von	Spinntemperatur
Talgkernseife	45°	41°	2 g Soda	70°
Talgkernseife	45°	41°	1,5 g Kochsalz	70°
Seife	—	25°	1,5 g Kochsalz	60°
Sulfurölseife	—	8,5°	1 g Kochsalz	54°
Marseillerseife . . .	26°	4°	—	—

Literatur. Deite, Handbuch der Seifenfabrikation (Berlin 1887); Derselbe, Handbuch der Parfumerie- und Toilettenseifenfabrikation (daselbst 1891); Engelhardt, Handbuch der praktischen Seifenfabrikation (Wien 1886, 2 Bde.).

Fettsäuren.

Geschichtliches. Chevreul und Gay-Lussac waren die Ersten, die (1825) ein Patent auf die Darstellung von Fettsäuren (für Kerzenindustrie) durch Zersetzung von Alkaliseife mittelst Säure erhielten. Indessen gelangte das neue Verfahren erst zu technischer Anwendung, als de Milly 1831 die billigere Verseifung der Fette durch Kalk lehrte und auch in anderer Weise die neue Industrie vervollkommnete (s. Bd. IV bei „Kerzen“).

Mit Vortheil führt man ferner die Verseifung durch Anwendung von Schwefelsäure und darauffolgende Destillation aus, ein Verfahren, das durch die Arbeiten von Achard, Chevreul, Lefèvre, Frémy, Melsens, Gwynne und Clark, Dubrunfaut begründet, aber erst 1842 durch Jones und Wilson in praktisch brauchbare Form gebracht wurde.

Eine dritte Methode zur Gewinnung der Fettsäuren — die Spaltung der Fette durch überhitzten Wasserdampf — begründet sich auf die Versuche von Berthelot und Melsens und hat grosse Erfolge zu verzeichnen; Tilghman führte es 1854 in England ein.

Die Zersetzung der Glyceride (hauptsächlich Stearin, Palmitin und Oleïn) in Glycerin und Fettsäuren — und zwar feste, die man in der Technik Stearin nennt, und flüssige, Oleïn (Elaïn) — erfolgt durch Kalk (unter Bildung einer Kalkseife); durch Schwefelsäure oder durch gespannten oder überhitzten Wasserdampf.

Als Rohmaterial eignet sich Hammeltalg besonders gut, der mit Rindstalg gemischt als Russischer Talg in den Handel kommt. Ein sehr gutes Material liefert ferner der sogenannte Presstalg. Häufig geht man auch von dem billigen Palmöl aus.

Manche Fette, wie Schweinefett und Knochenfett, sind ihres hohen Oleïngehaltes wegen zur Verarbeitung auf Stearin ungeeignet.

1. Ueber die Theorie der Kalkverseifung vergleiche man beim Abschnitt „Seife“.

Das Verfahren erfolgte früher derart, dass man in hölzernen Bottichen 1 Thl. des Fettes über Wasser schmolz und mit Kalkmilch, die ca. 1/7 Thl. gebrannten Kalk enthielt, versetzte. Die Kalkmenge ist fast die doppelte der theoretisch zur Verseifung erforderlichen. Nach mehreren Stunden konnte man das Erhitzen einstellen und die verdünnte Glycerinlösung abziehen. Die zurückbleibende Kalkseife wurde in der Wärme mit verdünnter Schwefelsäure unter Rühren zersetzt (fettsaurer Kalk + Schwefelsäure = Fettsäure + schwefelsaurer Kalk); dann liess man absetzen, zog die Fettsäuren ab und wusch sie unter Erwärmen erst mit verdünnter Säure, dann mit Wasser, worauf sie in Weissblechformen zum Krystal- [illegible]. Man erhielt [illegible] 94 % Fettsäuregemisch und bis zu 46 [illegible] feste Fettsäuren.

Dieses Verfahren der Verseifung in offenen Gefässen wird nur wenig — zumal in kleineren Fabriken — befolgt und ist mit Vortheil durch das Verseifen bei Hochdruck, unter Zusatz von 2 bis 4 % Kalk, ersetzt worden, wie es zuerst de Milly (1855) im Grossen ausführte. In einem geschlossenen Kessel werden 2500 kg Talg und 20 hl Kalkmilch (aus 50 kg Kalk) 7 Stunden lang durch Dampf von 10 Atm. Druck erhitzt, so dass die Innentemperatur 172° beträgt. In dieser Zeit ist die Verseifung beendet und der Kessel zu einer neuen Charge bereit. Das Verfahren ist viel in den Wiener grossen Fabriken eingeführt; beispielsweise verseift Sarg (Liesing) mit 3 % Kalk bei 10 Atm. Druck und erhält 95 % Fettsäuren (45 % Stearin, 50 % Oelsäure) und 30 % Glycerinwasser von 5 bis 6° Bé.

Droux arbeitet unter ähnlichen Verhältnissen in einem früher cylinderförmigen, jetzt kugelförmigen Autoklaven mit einem schnell

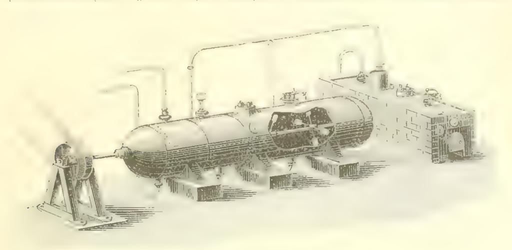


Fig. 33. Verseifungsapparat von Droux.

rotirenden Rührwerk. Schwierigkeiten bietet die Abdichtung des Apparates; auch erscheint das Rühren nicht dringend erforderlich, da schon der einströmende Dampf die Masse bewegt.

Fig. 33 zeigt den Apparat, dessen kupferner Cylinder 8 m lang und ca. 1 m weit ist; die Welle dreht sich in 2 Sekunden einmal; die Betriebskraft beträgt für 3000 kg Fett ca. 0,25 Pferdekraft. Nach beendeter Verseifung lässt man die Seife in flüssigem Zustand in ein Absatzbassin abfliessen.

Nach dem Verfahren von C. E. Rost & Co. (D.R.P. Nr. 32210; Engelhardt, Die Fette, S. 102) nimmt man die Verseifung mit Kalkmilch unter Ueberdruck folgendermassen vor: Die gereinigten Fette, ebenso die Kalkmilch kommen aus den Bottichen *A* resp. *B* (s. Fig. 34) nach dem Autoklaven *C*, einem kupfernen, geschlossenen Kessel, der mit einem für 15 Atm. Ueberdruck geprüften Hochdruckkessel *D* in Verbindung steht. Der aus letzterem zugeleitete gespannte Dampf spaltet das in *C* befindliche, durchgerührte Fett, und die Mischung wird nach mehreren Stunden in den Bottich *E* übergeführt, wo sie sich klärt und das Glycerinwasser abgelassen werden kann. Die Kalkseife schafft man in eine Reihe ausgebleiter Bottiche *F* und zerlegt sie hier durch Schwefelsäure in Gyps und Fettsäuren, welche darauf durch die Pumpe *G* nach dem

Reservoir *H* gebracht werden. Nachdem sie hier gereinigt sind, leitet man sie in die Destillirblase *K*, einen mit direkter Feuerung gespeisten kupfernen Kessel, der mit dem Ueberhitzer *J* kommunizirt. Die überdestillirenden Fettsäuren gelangen aus *K* nach dem Kühler *L*, in dessen durch Wasser gekühltem Röhrensystem sie kondensirt werden, während die Gase durch das Dunstrohr *M* nach dem Schornstein geleitet oder in einer besonderen Feuerung verbrannt werden.

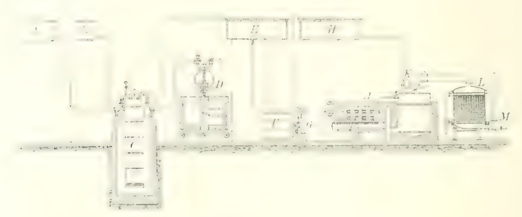


Fig. 34. Verseifungsapparat von C. E. Rost & Co.

Die in *K* verbleibenden pechartigen Rückstände werden in besonderen Apparaten nochmals destillirt und extrahirt. Die aus *L* fliessenden weissen Fettsäuren lässt man in Blechgefässen krystallisiren und presst die Stearinsäurekuchen ab.

Da bei der Verseifung mit Kalk der werthlose Gyps als Nebenprodukt abfällt, so hat man Baryt als Verseifungsmittel vorgeschlagen, der den Prozess als werthvolles Barytweiss (schwefelsaurer Baryt) verlassen würde, und hat auch Natriumaluminat (Natrona refined Saponifer) empfohlen.

Zur Trennung der festen und flüssigen Fettsäuren wäscht man die Mischung wiederholt mit Säure und Wasser, schmelzt sie um und bringt sie in flachen, viereckigen Formen aus Weissblech oder emaillirtem Eisenblech zum Krystallisiren.

Ein von Binet angegebenes Gestell zum Erstarrenlassen der Fettsäuren (nach Schädler S. 1237) zeigen Fig. 35 und 36 in Ansicht und Querschnitt. Die Formen *C* stellt man in dem hölzernen Gestell *A* auf die durch Eisenstäbe *B* gebildeten Abtheilungen so über einander, dass abwechselnd die Schnauzen der Formen auf der einen oder anderen Seite sich befinden und eine Form die andere überragt. Die geschmolzenen Fettsäuren leitet man aus dem Reservoir *F* durch kurze Röhren *D*, die durch Holzzapfen *E* verschlossen sind, zunächst in die oberste Formenreihe; von dieser fliessen sie aus der Schnauze in die unterliegenden Formen etc., bis sämmtliche Formen gefüllt sind, worauf der Zufluss durch die Zapfen gehemmt wird. Die Krystallisation der festen Säuren lässt man etwa 24 Stunden bei 25 bis 30 ^{0} erfolgen und hebt dann die Fettsäurekuchen aus der noch Palmitin- und Stearinsäure enthaltenden Oelsäure.

Um möglichst viel feste Fettsäure aus der flüssigen abzuscheiden

und gleichzeitig einen kontinuirlichen Betrieb zu erzielen, sind besondere Kühlapparate eingeführt, von denen die Petit'sche Konstruktion er-

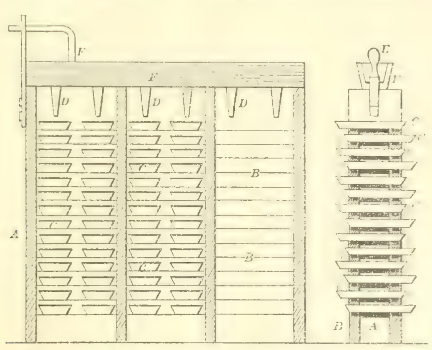


Fig. 35 u. 36. Apparat zum Trennen der Fettsäuren.

wähnt sei. Die Fettsäuren fliessen durch Hahn *g* (Fig. 37) in den Trog *f* und gelangen von dort auf den äusseren Mantel einer rotirenden Trommel *A*, auf welcher sie erstarren, da die hohle Trommel innen von kaltem Wasser (durch Rohr *C* zugeleitet) durchflossen wird. Die erstarrten Fettsäuren entfernt ein Schaber bei *h*; sie fallen in den gekühlten Behälter *F* und gelangen dann durch Wirkung der Pumpe *P* in eine Filtrirpresse.

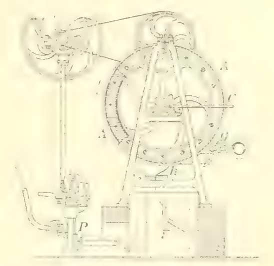


Fig. 37. Kühlapparat von Petit.

Neuerdings verwendet die Firma Petit Frères statt der Trommel ein stark abgekühltes Zahnrad. Der Apparat hat sich gut bewährt und soll mit 300 kg Eis per Stunde einen grösseren Effekt erreichen, als man ohne ihn mit 10000 kg Eis erzielte.

Kind kühlt die Fettsäuren innerhalb eines aussen von kaltem Wasser umflossenen, sich langsam drehenden Cylinders ab, indem er sie in spiralförmigen, engen Kanälen, der Bewegung des Kühlwassers entgegen leitet.

Nessener (Schädler l. c. 1244) u. A. konstruirten ebenfalls kontinuirlich wirkende Kühlapparate.

Um die noch Oelsäure enthaltenden festen Fettsäuren zu reinigen,

werden sie gepresst. Man hüllt die schmierigen, braunen Säurekuchen in Säcke oder Tücher ein und schichtet die so gebildeten Packete — abwechselnd mit Eisen- oder Zinkplatten — auf der Pressplatte einer hydraulischen Presse und gibt allmählich wachsenden Druck. Die abfliessende Oelsäure gelangt durch trichterartige Vorrichtungen in ein besonderes Reservoir.

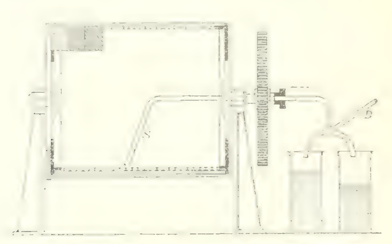
Dem kalten Pressen folgt ein warmes, das meist in liegenden Pressen vorgenommen wird, deren Pressplatten hohl sind und mit Dampf auf 35 bis 40° erwärmt werden. Man erhält hierbei harte, weisse Kuchen, die noch an den Rändern beschnitten werden müssen, da sie dort ölsäurehaltig sind.

Zur Läuterung schmilzt man hierauf die Presskuchen über verdünnter Schwefelsäure und wäscht dann die Säure mit Wasser aus.

Die festen Fettsäuren kommen als Stearin in den Handel, die flüssigen als saponifizirtes oder Saponifikat-Olein.

[illegible] Apparat [illegible]
[illegible] Querschnitt.

[illegible] Umkrystallisiren [illegible] Stearin [illegible] Fettsäuren zur Kerzenfabrikation — zu reinigen, bedient sich Ch. Petit (D.R.P. Nr. 50301) eines Saugtrommelfilters, das in dem Krystallbrei ruht, welcher beim Umkrystallisiren der rohen Stearinsäure aus Alkohol oder anderen Lösungsmitteln erhalten wird. Das



[illegible] Apparat [illegible] Stearins, Längsschnitt.

Filter besteht aus einem hohlen, mit Drahtgewebe und Filtertuch bespannten, in einem Troge langsam rotirenden horizontalen Cylinder, dessen Innenraum mit einer Luftpumpe in Verbindung steht, und einer rotirenden Bürste B (Fig. 38), welche die sich auf der Oberfläche des Filters bildende Stearinsäureschicht beständig ablöst und die Filterfläche rein erhält. Das Saugrohr S (Fig. 39), welches gleichzeitig die Oelsäure mit absaugt, ist durch die hohle Achse der Trommel hindurchgeführt; ein Dreiweghahnrohr D gestattet zeitweise die Entleerung des äusseren Endes des Saugrohrs ohne Unterbrechung der Saugwirkung.

2. Darstellung der Fettsäuren durch Zersetzen der Fette mit Schwefelsäure und darauf folgende Destillation. Die unter dem Einfluss von Schwefelsäure auf Fette entstehenden Verbindungen sind nach Frémy (1836) Glycerin- und Fettsäureschwefelsäuren; sie zerfallen beim Kochen mit Wasser grösstentheils in Glycerin und freie Fettsäuren; ein Theil der Oelsäure geht hierbei, wie folgende Gleichungen zeigen, in Oxyfettsäureschwefelsäure, bezw. in feste Oxyfettsäure über: $C_{18}H_{34}O_2 + H_2SO_4 = C_{18}H_{35}O_2(SO_4H)$;

$$C_{18}H_{35}O_2(SO_4H) + H_2O = C_{18}H_{35}O_2(OH) + H_2SO_4.$$

Das Glycerin wird zum Theil zersetzt.

Die feste Oxystearinsäure geht bei der Destillation mit Wasser in die feste Isoölsäure über (Benedikt S. 183):

$$C_{18}H_{35}O_2(OH) = C_{18}H_{34}O_2 + H_2O,$$

und hierin liegt der Grund, weshalb bei der Verseifung mit Säure die Ausbeute an festen Fettsäuren grösser als bei der Kalkverseifung ist. Die Mehrausbeute beträgt nach Stas 15 bis 17 %.

Die Fette werden zunächst zur Entfernung der Verunreinigungen umgeschmolzen, da für diesen Prozess das unreinste Material verwendet wird. Die gereinigten Fette werden dann in einen eisernen, innen verbleiten Kessel gebracht, der ein Rührwerk hat und mittelst eines doppelten Bodens — zum Einleiten von Dampf — erwärmt wird.

Die Stärke der zu verwendenden Schwefelsäure soll nicht über 66° Bé. betragen; bei den ersten Versuchen verwendete man 80 %, ist jetzt aber bis zu 2 % herabgegangen. Die anzuwendende ist im Allgemeinen abhängig von der Temperatur, bei welcher man arbeitet, und der Natur der Fette; beispielsweise verwendet man für Fettabfälle 12 %, für Palmöl (mit ca. 50 % Fettsäure) 6 %.

Das geschmolzene, durchgerührte Fett wird auf 110 bis 115°, zuweilen auf ca. 170° erhitzt. Bei Zusatz der Säure (im Durchschnitt 9 %) tritt unter lebhaftem Aufwallen und starker Entwickelung von Schwefliger Säure Braunfärbung der Masse ein, welche mehrere Stunden stark gerührt werden muss. Ein grosser Mangel des Verfahrens ist die Zerstörung von Fettsubstanz durch die Einwirkung der Schwefelsäure, wodurch ein Verlust bis zu 20 % des Fettes entsteht.

Knab suchte diesen Verlust dadurch zu vermeiden, dass er eine grosse Menge (50 %) Schwefelsäure bei relativ niederer Temperatur (90°) für nur ganz kurze Zeit zur Einwirkung auf das Fett brachte. Das Verfahren ist unrentabel.

Bessere Erfolge erzielte de Milly (vergl. dagegen W. J. 1882. 1072), indem er Talg bei 120° mit 2 bis 6 % konzentrirter Schwefelsäure nur 2 bis 3 Minuten lang mischte und dann in siedendes Wasser goss; 100 Thle. Talg lieferten 52 Thle. fester Fettsäure (Schmelzpunkt 54°). Eine Destillation der Fettsäuren ist bei diesem Verfahren nicht erforderlich, da die färbenden Bestandtheile in der Oelsäure gelöst sind und durch zweimaliges Pressen abzuscheiden sind. Nur ein Theil der festen Fettsäuren (10 % der im Talg vorhandenen) muss aus der Oelsäure noch durch Destillation gewonnen werden.

Ebenfalls ohne Destillation arbeitet Bock (W. J. 1875. 1047; vergl. Hartl, W. J. 1882. 1072). Er verwendet ca. 4,5 % Säure bei mässiger

Temperatur. Die Behandlung mit Säure gibt nach ihm zur Zersetzung der Fette noch keinen Anlass: die eigentliche Fettsäurebildung findet vielmehr erst bei dem folgenden Kochen mit Wasser statt. Die Färbung der Fettsäuren beseitigt Bock durch oxydirende Agentien und wäscht dann mehrfach mit Wasser. Die nach seinem im Grossen erprobten Verfahren dargestellten Fettsäuren sind nach Birnbaum's Untersuchungen von Glycerin frei.

Auf die Versuche von Stas, mit verdünnter Säure zu verseifen, die keine erhebliche praktische Bedeutung erhalten haben, sei verwiesen.

Die Zersetzung der Schwefelsäureverbindungen der Fettsäuren erfolgt im Allgemeinen so, dass man die abgekühlte Masse in Bottiche laufen lässt, die mit Blei ausgeschlagen und zum dritten Theil mit Wasser gefüllt sind. Durch Dampfschlangen kann man das Gemisch in kurzer Zeit auf 100° erhitzen, worauf sich die Fettsäuren oben ausscheiden. Die wiederholt mit siedendem Wasser

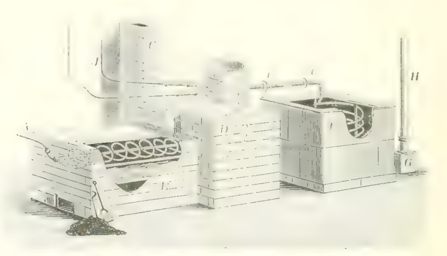


Fig. 40. Destillationsapparat der Fettsäuren.

gewaschenen Säuren zieht man in ein anderes Gefäss ab und lässt sie bei 40 bis 50° sich von den theerigen Produkten trennen, dann entfernt man mittelst indirektem Dampf oder über freiem Feuer das Wasser und schreitet zur Destillation. Aus den theerigen Rückständen zieht man noch mit Schwefelkohlenstoff etc. Fettsäure aus.

1. Die Destillation findet zweckmässig mit überhitztem Dampf von ca. 250 bis 350° statt. Das Wesentliche der Einrichtung geht aus Fig. 40 (vergl. Engelhardt S. 351 hervor. Der Dampf tritt aus dem Kessel bei *A* in eine eiserne Spirale ein, die in einem Herd *B* mit Schornstein *C* erhitzt wird, und gelangt dann in die (punktirt gezeichnete) Retorte *D*; von hier leitet das Rohr *E* die Fettsäure- und Wasserdämpfe in die Kühlschlange *F*, aus welcher die Kondensationsprodukte nach *G* fliessen, während die Gase aus *H* entweichen.

Man erhitzt zuerst die eisernen Röhren in *B*, füllt dann die Retorte aus den Röhren *J* mit Fettsäuren zu drei Vierteln, lässt überhitzten Dampf zuströmen und erhöht die Temperatur auf 300°. Die ersten Destillate sind völlig frei von Oelsäuren, die folgenden müssen durch Pressen davon gereinigt werden.

Eine vortheilhafte Aenderung des Dampfüberhitzers ist von Slama (D.R.P. Nr. 58919) eingeführt worden. Sein Apparat (Fig. 41) besitzt mehrere über einander liegende Reihen von Kammern *K*, welche **U**-förmige Kanäle enthalten und mittelst Flantschen verbunden sind, während zur Erzielung eines zickzackförmigen Feuerzuges die Zwischenräume zwischen den Kammern mit Chamotte *z* ausgelegt sind und die Endkammer jeder Reihe abwechselnd in die Wandung des Heizraumes eingemauert ist. Eine einfache Vorrichtung zum Messen der Temperatur des überhitzten Dampfes besteht aus einem in die Dampfleitung eingeschalteten doppelwandigen Gefässe *W*, welches eine Legirung von 17 Thln. Zinn auf 100 Thln. Blei enthält, die Legirung bei der erforderlichen Temperatur 300° schmilzt; bei höherer Temperatur, bei welcher die Fettsäuren sich unter Schwärzung zersetzen könnten, spielt die Legirung in blauer Farbe, bei niedrigerer zeigt sie eine griesartige Struktur.

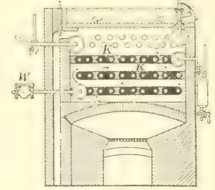


Fig. 41. Dampfüberhitzer nach Slama.

Julien und Blumsky (Wagner S. 1117) destilliren aus einem grossen, mit 2 Domen versehenen, horizontalen Kessel, der von Röhren mit überhitztem Wasserdampf durchzogen ist.

Die Trennung der Stearinsäure von der Oelsäure in den rohen Fettsäuren bewirkt C. Heckmann, Berlin (D.R.P. Nr. 58544) folgendermassen: Man unterwirft die rohen Fettsäuren im luftverdünnten

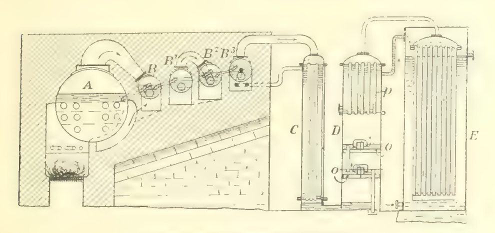


Fig. 42. Destillirapparat von Heckmann.

Raume einer Destillation mittelst überhitzten Wasserdampfes und lässt das neben Stearinsäure noch Oelsäure enthaltende Dampfgemisch wiederholt durch angewärmte rohe Fettsäure streichen, welche die Oelsäure nach und nach aufnimmt und Stearinsäure an das Dampfgemisch abgibt. Letzteres wird zur Abscheidung des in ihm enthaltenen Wassers wiederholt durch Flüssigkeitsschichten geleitet, welche neben wenig Wasser Stearinsäure enthalten. Die Destillirretorte *A* (Fig. 42) ist mit mehreren beheitzen, liegenden Cylindern BB^1, B^2, B^3 versehen, welche abwechselnd vorn und hinten durch Uebersteigstutzen verbunden sind und nach einander von roher Fettsäure durchflossen werden, während derselben Fettsäuredampf aus der Retorte entgegenströmt. Der Apparat zur Abscheidung des Wassers aus der Stearinsäure *D* ist zwischen dem

Vorwärmer C und dem Kühler L eingeschaltet und besitzt ähnlich wie die Dephlegmationskolonnen der Spiritus-Destillirapparate horizontale Böden *o* zur Ansammlung von Flüssigkeitsschichten, durch welche das Gemisch von Wasser- und Stearinsäuredampf streichen muss, während in dem oberen Theile des Behälters eine Kühleinrichtung *p* vorhanden ist, durch welche die Stearinsäure aus dem Dampfgemisch niedergeschlagen wird.

Ebenso wie Schwefelsäure bewirkt eine Spaltung der Fette nach Tessié du Motay und L. Kraft auch das Chlorzink. Beim Erhitzen des wasserfreien Salzes mit einem Fett auf ca. 200° vermischen sich beide Körper, und beim folgenden Kochen mit reinem oder besser schwach salzsaurem Wasser wird das Fett so verändert, dass es bei der Destillation freie Fettsäure liefert. Aus dem Waschwasser lässt sich das Chlorzink zurückgewinnen.

2. Verseifung durch gespannten Wasserdampf.

α) Tilghman's Verfahren (E.P. 1854) bestand darin, in einem geschlossenen Gefäss das mit 30 bis 50% heissem Wasser emulgirte Fett auf ca. 300 bis 350° zu erhitzen. Sein Apparat (Engelhardt, S. 348) bestand (Fig. 43) aus einem Kessel *A*, in welchem das ge-

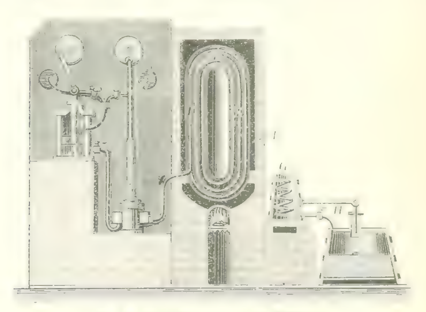


Fig. 43. [illegible]

reinigte Fett mit Hülfe des siebartigen Kolbens *B* mit Wasser emulgirt wurde, worauf eine Druckpumpe die Mischung in ein mehrfach gebogenes Rohr *D* presste, welches in einem Ofen *E* mit direktem Feuer auf Bleischmelztemperatur erhitzt wurde. Die hier bereits gebildete Mischung von Fettsäure und Glycerinwasser kühlt sich im Schlangenrohr *G* auf 100° ab und entweicht durch *H* in einen Bottich. Das bei *H* angebrachte Ventil sorgt für geeigneten Ausgleich des Druckes. Da sich bei einzelnen Fetten lösliche Säuren, wie Essigsäure etc., bilden, die den Apparat angreifen, so setzt man dem Fett Alkalien zu.

β) Nach J. van Hugues (Corps gras d. Chem. Z. 1889. 37) zersetzt

man die Glyceride durch Wasser folgendermassen: In einen cylindrischen Autoklaven aus Kupfer, der 1000 kg Fett fasst, tritt durch ein Rohr am Boden Wasserdampf unter einem Druck von 14 bis 15 Atm. ein. Nachdem das Fett emulgirt ist, wird der Dampf in eine Schlange gepumpt. Die Zersetzung geschieht innerhalb 6 bis 7 Stunden derartig, dass nur 5 % Neutralfett zurückbleiben. In einem Becken setzt sich die Emulsion ab. Das glycerinhaltige Wasser zeigt 3 % Bé. und wird durch den Dampf des Autoklaven auf 28 ° gebracht. Die ausgewaschenen Fettsäuren werden bei 120 ° getrocknet, mit 4 % Schwefelsäure von 66 ° behandelt und dann destillirt. Die Destillationsapparate werden auf 300 ° mit Wasserdampf erhitzt, jeder der 10 bis 12 Apparate erhält eine Charge von 1700 kg. Die Destillation währt 5 Stunden und liefert 92 % weisser Fettsäuren. Die zurückbleibenden 8 % werden nochmals im Autoklaven behandelt.

Bouïs hat eine Anordnung getroffen, um die Fettsäuren schnell zu kondensiren. Ein Kupferrohr trägt einen Brausenkopf, der kaltes Wasser unter 60 m Druck aussprüht. Zuerst enthalten die Fettsäuren viel Oelsäure und sind opalisirend, nicht krystallinisch. Die folgenden Fraktionen enthalten hauptsächlich Stearinsäure.

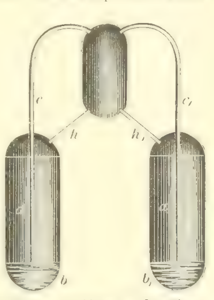


Fig. 44. Autoklaven zur Verseifung.

γ) Einen Autoklaven von A. Michél (Ch. Z. 1889. II. Ber. über die Pariser Weltausstellung) für Wasserverseifung zeigt Fig. 44; derselbe hat eine Wandstärke von 33 mm und wird mit direktem Feuer geheizt. Nach Füllung der Autoklaven $a\,a_1$ wird gefeuert, das Wasser bei $b\,b_1$ in Dampf verwandelt, welcher die Fettsäuren durch Rohr $c\,c_1$ nach d drückt, von wo dieselben wieder durch Rohr $h\,h_1$ nach $a\,a_1$ zurückfliessen und so in inniger Mischung bleiben. Die direkte Feuerung hat ihre Nachtheile (l. c.).

δ) Von L. Hugues (l. c.) wird ein Apparat zur reinen Wasserverseifung empfohlen, in welchem das Fett bei 16 Atm., entsprechend ca. 200 °, zerlegt wird; die Mischung bewirkt einströmender Kesseldampf, während in anderen Apparaten besondere Pumpen hierzu verwendet werden. Nach Lach (l. c.) ist die Verseifung nach 6 bis 7 Stunden beendet und liefert gute Produkte.

Marix setzt den Fetten etwas Magnesium- oder Calciumkarbonat zu, Violette und Buisine verwenden Ammoniak. Der Erfolg ist, dass man schon bei wesentlich niedrigerem Druck — bis zu 3 Atm. — arbeiten kann.

3. Die Verseifung durch überhitzten Wasserdampf ist besonders durch Wilson und Gwynne eingeführt worden. Sie leiten in Retorten — von ca. 60 hl Inhalt — 24 bis 26 Stunden lang Dampf von 315 ° ein, wobei freie Fettsäuren und Glycerin überdestilliren. Der Wilson'sche Apparat funktionirt folgendermassen: Das in dem flachen Kessel A (s. Fig. 45) mit Dom B durch Ueberhitzer und Flammenherd

vorgewärmte Fett fliesst durch die mit Hahn absperrbare Röhre *D* in die kupferne, 60 hl fassende Retorte *C*, welche mit einer besonderen Feuerungsanlage versehen ist. Ueber dem Dome der Retorte ist eine eiserne Kappe *E* angebracht, in welche glühende Kohlen gebracht werden, damit die Hitze in der Retorte durch Strahlung nicht vermindert werde. Der Inhalt der Retorte wird auf 290 bis 315° gebracht und überhitzter Dampf von ca. 315° aus den Ueberhitzern unter Kessel *A* eingeleitet. Die Zufuhr des Dampfes wird je nach der Art

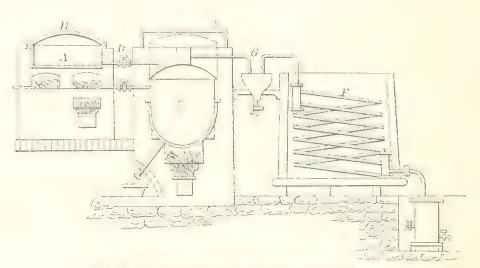


Fig. 16. Verseifungsapparat nach Wilson und Gwynne.

des Fettes 24 bis 36 Stunden unterhalten; derselbe strömt mit den Zersetzungsprodukten, den Fettsäuren und dem Glycerin durch die Röhre *G* nach dem Kühler *F*, von wo die Kondensationsprodukte in ein besonderes Gefäss fliessen. Je nach der Art des Materials können die Säuren direkt zu Kerzen verwendet werden, während das Glycerin durch nochmalige Dampfdestillation gereinigt wird. Die Temperatur muss sorgsam kontrolirt werden; ist sie niedriger als 310°, so findet die Zersetzung äusserst langsam statt, steigt sie dagegen höher, so zersetzt sich das Fett, und es tritt eine lebhafte Entwicklung von Akroleïn ein.

Stein, Bergé & Roubaix wollen die Fette mit Schwefliger Säure unter Druck zerlegen (D.R.P. Nr. 61329).

Darstellung fester Fettsäure aus Oelsäure. Während das bei der Kalkverseifung erhaltene Saponifikat-Oleïn zur Seifenbereitung von Anfang an gute Verwendung finden konnte, liess sich das Destillat-Oleïn zu diesem Zweck erst benutzen, seitdem durch rationelle Destillation ein reineres Produkt erzielt wurde. Der Absatz ist jedoch immerhin noch nicht gross genug, so dass eine geeignete Verwerthung sich als Bedürfniss der Fettsäureindustrie herausstellte.

Die Versuche, feste Fettsäure aus dem Oleïn darzustellen, haben im Grossen noch nicht den gewünschten Erfolg gehabt.

Auf Grund der von Varrentrapp entdeckten Ueberführung von Oelsäure $C_{18}H_{34}O_2$ in Palmitinsäure $C_{16}H_{32}O_2$ durch Einwirkung von Kali:

$$C_{18}H_{34}O_2 + KOH = C_{16}H_{31}KO_2 + C_2H_3KO_2 + H_2$$

sind von Olivier und Radisson technische Verfahren begründet worden, deren Produkte in Paris 1878 ausgestellt waren. Der Geruch und die Fettigkeit der gewonnenen Kerzen waren wenig versprechend, und der Prozess dürfte in dieser, wie in einer anderen Marseiller Fabrik aufgegeben sein (Ch. Z. **1889**. Nr. 73).

β) Nach de Wilde und Reychler (Bl. [3] **1**. 295; vergl. Ch. Z. **1889**. Nr. 73) erhält man durch Erhitzen der Oelsäure mit wenig Chlor, Brom oder Jod [1]) Stearinsäure. Das Verfahren ist in einer Antwerpener Fabrik erprobt. Die Ausbeute beträgt nur 70 %; über die Rentabilität verlautet noch nichts.

γ) Aussichtsvoll erscheint das Verfahren von M. v. Schmidt, der die Oelsäure mit 10 % Chlorzink auf 180° erhitzt, dann mit verdünnter Salzsäure und kochendem Wasser wäscht, worauf (nach vorsichtiger Entfernung des letzteren) mit Wasserdampf destillirt wird. Das Destillat wird in üblicher Weise in Kerzenmaterial und Oleïn getrennt. Nach Benedikt (M. **1890**. 90; über die wissenschaftliche Prüfung des Verfahrens vgl. Benedikt S. 453) enthält das so erhaltene Kerzenmaterial 75,8 % Stearolacton [2]), 15,7 % Isoölsäure und 8,5 % gesättigte Fettsäuren.

δ) In die feste Elaïdinsäure lässt sich mit Salpetriger Säure nur die reine Oelsäure leicht überführen, das käufliche Produkt schwer oder gar nicht.

ε) Neuerdings will Zürrer (D.R.P. Nr. 62407) feste Säuren dadurch aus den flüssigen erhalten, dass er diese mit Chlor behandelt und das Reaktionsprodukt mit Zinkstaub gemischt in Autoklaven mit Wasserdampf unter Druck erhitzt.

Eigenschaften. Die festen Fettsäuren (Stearin) sind eine Mischung, die vorwiegend aus Stearinsäure und Palmitinsäure besteht. Dieselbe bildet harte, blendend weisse Kuchen vom SG. kleiner als 1, die über 60° schmelzen, sich nicht fettig anfühlen, aber auf Papier einen Fettfleck machen; im Vakuum oder mittelst Wasserdämpfen lassen sie sich unzersetzt destilliren.

Die flüssigen Fettsäuren (Oleïn, Elaïn). Die Handelsprodukte sind gelb und klar oder braun und trübe; neben Oelsäure enthalten sie noch feste Fettsäuren. Das Destillat-Oleïn zeichnet sich vor dem Saponifikat-Oleïn meist durch einen Gehalt an Kohlenwasserstoffen (3 bis 7 %) aus, die aber in einzelnen gut destillirten Produkten fehlen. Die Gegenwart von Isoölsäure ist für Destillat-Oleïn charakteristisch. Ganz reine Oelsäure, die auch im Laboratorium nur sehr schwer darzustellen ist, ist ein farb- und geruchloses Oel vom SG. 0,898 bei 14°, das bei 4° erstarrt und dann erst bei 14° wieder schmilzt. Bei 250° lässt sie sich mit überhitztem Wasserdampf unzersetzt destilliren; unter gewöhnlichem Luftdruck tritt beim Destilliren Zersetzung ein.

Analyse. A. a) Zur Prüfung der Rohmaterialien ist es erforderlich, den Gehalt an Wasser und Nichtfetten zu ermitteln. Besondere Wichtigkeit hat es, den Erstarrungspunkt der aus den Fetten abgeschiedenen Fettsäuren (S. 52) (Talgtiter) festzustellen, da hiervon wesentlich die Ausbeute an Kerzenmaterial und der Handelswerth abhängt. Dalican (Benedikt, Analyse, S. 185)

---

[1]) Von Jod verwendet man 1 % und erhitzt in Autoklaven auf 270 bis 280°.

[2]) Stearolakton ist das innere Anhydrid der γ-Oxystearinsäure $C_{18}H_{34}O_2$, das sich aus dieser durch Wasseraustritt bildet. Die Oxysäure entsteht aus dem zuerst gebildeten Chlorzinkadditionsprodukt durch Kochen mit Wasser, so dass die Einwirkung des Chlorzinks analog derjenigen der Schwefelsäure ist.

hat eine Tabelle aufgestellt, die bei bekanntem Erstarrungspunkte die Ausbeute an Stearin- und Oleïnsäure aus dem verwendeten Talg zeigt:

Erstarrungspunkt der Fettsäuren	Stearinsäure	Oelsäure
35°	25.20	69,80
40	35.15	59.85
45	51,30	43,70
50	75,05	19.95
55	92,10	2.90

Derartige Tabellen sind für den Fabrikbetrieb sehr empfehlenswerth; doch haben dieselben nur im speziellen Fall Werth, da die Ausbeuten von den jeweiligen Arbeitsmethoden abhängig sind.

Wie gross die Ausbeute an Stearinen von verschiedenen Schmelzpunkten aus Talgfettsäuren von bekanntem Erstarrungspunkte ist, zeigt nachstehende Tabelle von Yssel de Schepper und Geitel (Benedikt S. 188); der Schmelzpunkt der verschiedenen Stearine hängt von dem anzuwendenden verschieden starkem Pressen und von der Temperatur ab.

Erstarrungspunkt der Fettsäuren	Ausbeute in Prozenten an Stearin vom Schmelzpunkt			
	48°	50°	52°	54,8°
5	—	—	—	—
15	7,5	6,6	5,7	4,8
25	19.2	17,0	14,8	12.6
35	39,5	34,5	30.2	25.8
40	57,8	49,6	43,5	37,0
45	81.8	71.0	62,6	53,0
50		100	87	74,5
55	—	—	(54,8)	100,0

b) Die zur Kerzenbereitung fertigen Fettsäuren sind auf Schmelz- und Erstarrungspunkt, sowie auf Neutralfett, Paraffin, Ceresin und Carnaubawachs zu prüfen. Ersteres weist man durch Lösen in Alkohol und Zusatz von Ammoniak nach, wobei die Lösung klar bleiben muss (Geitel). Paraffin und Ceresin lässt die Verseifungsprobe erkennen. Carnaubawachs erhöht schon in Mengen von 5% den Schmelzpunkt um 10°.

Die Herkunft der Stearine lässt sich durch Bestimmung der Jodzahl feststellen; ist sie hoch (bis 15), so ist Isoölsäure zugegen, und es liegt kein Saponifikat-, sondern ein Destillatstearin vor. Die Schmidt'sche Kerzenmasse (aus Oleïn und Chlorzink) ist ebenfalls durch ihre Zusammensetzung gekennzeichnet (vergl. Benedikt S. 143, 190).

B. Das Oleïn wird auf Neutralfett und Kohlenwasserstoffe wie unter A angegeben geprüft.

Feste Fettsäuren weist man durch Verseifen, darauffolgendes Neutralisiren und Versetzen mit Bleiacetat nach; ein Niederschlag zeigt deren Gegenwart an.

Leinöl wird an der hohen Jodzahl oder mittelst des Oleorefraktometers erkannt. Die Gegenwart desselben verhindert die Anwendung des Oleïns als Wollspickmittel.

Verwendung finden die festen Fettsäuren zur Herstellung von Kerzen, nachdem sie einen Zusatz von Wachs erhalten haben. Das Oleïn wird in der Seifenfabrikation benutzt; das Saponifikatoleïn wird hier dem meist unangenehm riechenden Destillatoleïn vorgezogen. Ferner dient es als Wollspickmittel, in der Tuchfabrikation und zur Herstellung von Tournantöl für die Türkischrothfärberei.

Yorkshire-Fett.

Die in der Wollindustrie erhaltenen, Seife und Oel enthaltenden Abwässer wurden früher in die Flüsse abgelassen. Gegenwärtig sucht man die Fette aus ihnen zu gewinnen[1]. Zweckmässiger werden die Wässer zunächst mit Chlorcalcium gefällt, worauf man die Kalkseife entwässert und dann mit Salzsäure in der Wärme zerlegt. Die erhaltenen Fettsäuren werden zur Läuterung entwässert und eventuell gebleicht, sowie in feste und flüssige getrennt. In Yorkshire und anderen Distrikten behandelt man jetzt diese Abgänge nach Hurst (Ch. Z. Rep. 1889) mit Säure und verwendet das erhaltene Fett wieder in der Seifenindustrie. Man sammelt die Wäsche in grossen Behältern aus Backsteinen oder Beton, welche die Tagesproduktion von 6000 bis 8000 Gallonen (1 Gallone = 4,54 l) fassen. Zweckmässig sind zwei Behälter vorhanden, von denen der eine sich füllt, während der Inhalt des zweiten verarbeitet wird. Man mischt mit roher Schwefelsäure oder hauptsächlich Salzsäure, hebt nach dem Absetzen die oben schwimmende Fettmasse, das sogen. Magma, zum Abtropfen auf grosse Siebtücher und lässt die Flüssigkeit in den Flusslauf ab. Das Magma lässt man in Säcken in einem Behälter über Nacht stehen, indem man sie beschwert, wodurch viel Wasser ausgepresst wird. Sodann presst man die Masse in einer durch Dampf heiss gehaltenen hydraulischen Presse. Die hinterbleibenden Presskuchen werden als Dünger benutzt. Das erhaltene braun bis schwarz gefärbte, sehr klebrige Fett, Yorkshire-Fett, dient zur Herstellung von Seife und Schmiermitteln, zum Entfetten von Wolle etc., wird aber häufiger destillirt. Die Destillation erfolgt in gusseisernen Blasen von der Form der Theerblasen und ca. 1000 Gallonen Inhalt. Dieselben fassen ca. 4000 kg Fett. In den ersten 10 bis 16 Stunden wird das Wasser mit direktem Feuer abgetrieben, worauf man mittelst überhitzten Dampfes destillirt. Einige Fette, aber nicht alle, geben zunächst etwas spirit oil, worauf als Hauptprodukt das sogen. first distilled grease übergeht, ein dünnes, klares, hellgelbes Oel, welches beim Erkalten zu einem blassgelben Fett erstarrt. Auf dieses Fett, welches in 20 bis 24 Stunden übergeht, folgt das „green oil", ein grünliches Oel, das besonders aufgefangen und zusammen mit frischem Fett in die Blase zurückgegeben oder gelegentlich auf sehr rohe Schmierfette verarbeitet wird. Etwa 36 Stunden nach Beginn der Destillation beginnt ein dickes Oel überzugehen, worauf man den Dampf abstellt und das in der Blase verbliebene Pech zieht. Diese erste Destillation liefert: 20,76 % Wasser und Verlust, 4,10 % spirit oil, 45,54 % first distilled grease, 15,47 % green oil und 14,13 % Pech. Das „first distilled grease" wird eventuell behufs Gewinnung eines reineren Produkts nochmals destillirt, wobei man das „second distilled grease" (96 %) und Weichpech (4 %) erhält. Durch Abkühlen und Pressen erhält man aus ihm körniges Stearin (34 %) und 66 % Oleïn. Durch Natron erhält man eine Seife, der man bis zu 25 % Paraffin zusetzen kann.

---

[1]) In Europa werden jährlich ca. 500000 Tonnen (à 1000 kg) Seife verwalkt.

Glycerin (Oelsüss).

Geschichte. Das Glycerin wurde 1779 von Scheele entdeckt, und weil aus Oel stammend, Oelsüss genannt. Chevreul erkannte das von ihm Glycerin genannte Oelsüss als ein beständiges Produkt der Verseifung von Fetten, und zog daraus den Schluss, dass die Fette fettsaure Salze des Glyceryloxyds seien, welches sich bei der Verseifung als Hydrat (Glycerin) abscheide. Die Arbeiten von Pelouze, Berthelot und Redtenbacher liessen dann das Glycerin als dreiatomiger Alkohol erkennen. Praktische Wichtigkeit gewann es durch die Einführung der Zersetzung der Fette durch Kalk und überhitzten Wasserdampf in der Praxis. 1855 reinigten Wilson und Payne das Glycerin durch Destillation und Sarg und Crookes entdeckten die Krystallisationsfähigkeit, welche Sarg zuerst praktisch verwerthete.

Vorkommen. Glycerin findet sich, mit Fettsäuren verbunden, in allen Fetten, im freien Zustand in ranzigen Fetten; es entsteht in geringer Menge bei der alkoholischen Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten und findet sich daher im Wein, Bier und in der Schlempe von der Spiritusdestillation.

Darstellung. Das Glycerin fällt als Nebenprodukt ab:

1. bei der Fettsäuredarstellung durch a) Kalkverseifung, b) Schwefelsäureverseifung, c) Wasserdampfverseifung; 2. bei der Seifendarstellung.

1. a) Bei der Zersetzung von Fetten mittelst Kalk in Autoklaven entsteht ein kalkhaltiges Glycerinwasser, in welchem noch etwas Kalkseife gelöst ist. Man setzt wenig Schwefelsäure zu, scheidet Fettsäuren und Gyps ab und neutralisirt dann mit Kalk; hierauf wird mit Dampf zur Syrupdicke eingedampft. Da die Wasserdämpfe über 100° reichlich Glycerin mit sich reissen, so dampft man zweckmässig im Vakuum ein, wobei man ein hellgelbes bis dunkles Produkt erhält.

Viele Fabriken dampfen in offenen Pfannen mit Dampfschlangen auf nur 20 bis 25° Bé. ein und geben das Produkt dann an die Glycerinraffinerien ab. Manche Fabriken benutzen eine Art Trommel, welche durch direkten oder Retourdampf erhitzt wird, und auf welche kontinuirlich Glycerinwasser tropft. Das abtropfende Glycerin wird in einem unterhalb der Trommel befindlichen Reservoir aufgefangen und neuerdings aufgepumpt. Ein Apparat von Morane zum Eindampfen von Glycerinwasser besteht aus einem halb cylinderförmigen grossen Reservoire, in welchem langsam eine grosse und mit Retourdampf geheizte Kupferschlange um eine Achse rotirt. Da diese Schlange nur zur Hälfte in die Flüssigkeit eintaucht, so nimmt sie bei jeder Umdrehung die ihr anhaftende Flüssigkeit mit, welche auf diese Weise rasch zum Eindampfen gebracht wird (Lach, Ch. Z. 1889. II).

b) Die von der Schwefelsäureverseifung erhaltenen unreineren Glycerinwässer müssen zunächst mit Kalk neutralisirt und vom ausfallenden Gyps geschieden werden. Die Weiterverarbeitung entspricht der obigen. Die Ausbeute beträgt nur 1,5 bis 5 % Glycerin von 30° Bé., da ein grosser Antheil zerstört wird.

c) Das reinste Glycerin in einer Ausbeute von 6,5 bis 8 % von 30° Bé. — wie beim Verfahren b — erhält man bei der Wasserverseifung.

2. Eine rationelle Verarbeitung der Seifenunterlaugen ist ein technisch noch nicht gelöstes Problem. Die grosse Verdünnung der Lösungen, die zahlreichen vorhandenen Verunreinigungen, insbesondere die zerstörend einwirkenden Salze erschweren die Fabrikation.

Die vorgeschlagenen Methoden sind zahlreich. Empfohlen wird, mit Schwefelsäure zu neutralisiren, die beim Eindampfen auskrystallisirenden Salze zu entfernen und dann den noch viel Kochsalz[1] enthaltenden Glycerinsyrup zu destilliren (s. w. u.), wobei allerdings viel Chloride von dem Dampf mitgerissen werden.

Statt der Destillation soll sich auch nach Flemming's Verfahren (D.R.P. Nr. 12209; vergl. Ch. Z. 1881. 340. Ueber die Verfahren von Fuller & King, s. l. c. 1880. 458, 486; von Clolus, l. c. 1882. 241) die Dialyse, entsprechend wie beim Osmoseverfahren (s. beim Zucker), mit Erfolg anwenden lassen, da das Glycerin langsamer als die Salze diffundirt; man erhält eine verdünnte Glycerinlösung, die eingedampft und eventuell nochmals dialysirt wird. Stark alkalische Lösungen neutralisirt man zweckmässig mit Schwefelsäure.

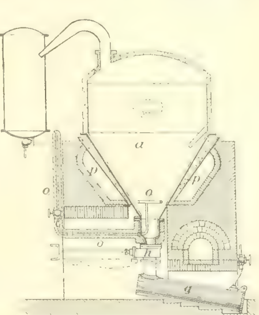


Fig. 16. Destillationsapparat für Glycerin.

Nach C. Glaser (D.R.P. Nr. 50438) entfernt man aus der Unterlauge zunächst die Seife mit Kalk, dampft bis zur Sättigung mit Kochsalz ein, neutralisirt genau mit Salzsäure und entfernt die letzten seifenartigen Bestandtheile durch Metallsalze und Metalloxyde. Dann wird bis zum Auskrystallisiren des Kochsalzes eingedampft und auf Rohglycerin (mit etwa 20 % Wasser) konzentrirt; dasselbe ist jedoch wegen der vielen Verunreinigungen nur sehr schwer auf reines Glycerin zu verarbeiten.

Um die Laugen rationell einzudampfen und leicht, ohne Flüssigkeitsverlust die sich ausscheidenden Salze zu entfernen, wird nach C. Glaser (D.R.P. Nr. 53500) von der einzudampfenden Lauge der eine Theil kochend, der andere nicht kochend erhalten und beide Theile

[1]) Die Verarbeitung auf Glycerin wäre einfacher, wenn mit Natriumsulfat ausgesalzen würde, doch würde dann die Seife weniger vollständig ausgeschieden.

sind durch eine Absperrvorrichtung trennbar. Die sich beim Eindampfen ausscheidenden Salze sinken in den tiefer liegenden, nicht kochenden Theil hinab und können dann, nach Absperrung vom kochenden Theile, gründlich und ohne erheblichen Verlust von Flüssigkeit entleert werden. Die nachzufüllende frische Glycerinflüssigkeit wird in den nicht kochenden Theil eingeführt, weil sonst das Glycerin in Folge plötzlicher Entwicklung von Wasserdampf überkocht. Wird das Verfahren bei einem Destillirapparat für Glycerin (Fig. 46) angewandt, so wird derselbe unten zweckmässig mit zwei Behältern *g* für den nicht kochenden Theil des Glycerins verbunden, von denen jeder durch einen Schieber *h* abgesperrt werden kann. Man kann dann abwechselnd den einen und den anderen Behälter entleeren, ohne gleichzeitig die Destillation zu unterbrechen. *o* ist ein Dampfrohr zum Einlassen von überhitztem Dampf, *p* ein Sandbad, in welchem die Blase *a* ruht.

Zur Vermeidung der Schwierigkeiten bei der Verarbeitung der Seifenunterlaugen ist vorgeschlagen worden, in der Seifenfabrikation nicht die Fette, sondern Fettsäuren zu verarbeiten.

Raffiniren des Glycerins. a) Um ein farbloses Produkt aus dem gefärbten Rohglycerin zu erhalten, kocht man die verdünnte Flüssigkeit mit Knochenkohle und konzentrirt im Vakuum, da bei gewöhnlichem Luftdruck von Neuem Färbung eintreten würde. Indessen muss das konzentrirte Glycerin trotzdem häufig nochmals mit Knochenkohle gekocht und filtrirt werden.

b) Versuche, auf die Krystallisationsfähigkeit des Glycerins eine technische Reinigung zu begründen, sind deshalb misslungen, weil es erst nach längerer Zeit krystallisirt. Allerdings liefert das Verfahren ein äusserst reines Produkt.

Die Destillation des Glycerins hat für die Technik ein Mittel gegeben, chemisch reines Glycerin zu gewinnen, wie es durch die oben angegebene Raffination allein nicht darzustellen ist. Man destillirt aus der durch Verdünnen des zu raffinirenden Glycerins erhaltenen Flüssigkeit vom SG. 1,1 zunächst durch Wasserdampf von 100 bis 110° die sauren Produkte ab und steigert die Temperatur allmählich bis ca. 170°, wobei gespannter Wasserdampf das Glycerin mit sich reisst. Eine Steigerung der Temperatur bis 200° muss vermieden werden, da hiersonst Zersetzung eintritt.

Um konzentrirtes Glycerin zu erhalten, muss man Kühlung durch mehrere Röhren anwenden, die von schlechten Wärmeleitern umgeben sind. Im ersten Kondensator scheidet sich fast wasserfreies Glycerin, im zweiten Wasser mit wenigen Prozenten Glycerin und im letzten fast reines Wasser ab. Die Glycerinwässer benutzt man zum Verdünnen neuer Antheile von zu raffinirendem Glycerin.

Ein Glycerindestillirapparat mit überhitztem Dampf ist entsprechend konstruirt, wie der in Fig. 22 abgebildete Destillirapparat.

Die Uebelstände bei der üblichen Glyceringewinnung durch Destillation — leichte Zersetzbarkeit, grosse Verdünnung etc. — sollen durch das Verfahren von C. Heckmann, Berlin (D.R.P. Nr. 61547) vermieden werden, indem man das Rohglycerin bezw. die glycerinhaltige Flüssigkeit im luftverdünnten Raume vermittelst überhitzten Dampfes destillirt und die abziehenden Dämpfe durch Schichten von Glycerin-

flüssigkeit hindurchziehen lässt, welche durch Kondensation der Glycerindämpfe erzeugt sind, damit im Verlaufe des Verfahrens sich möglichst nur Glycerin verdichtet, während Wasser in Dampfform weiterzieht.

Das Verfahren führt man zweckmässig mit Hülfe des in Fig. 47 veranschaulichten Apparates in folgender Weise aus.

In eine eingemauerte geschlossene Destillirblase *A*, in welche das Rohglycerin bezw. die glycerinhaltige Flüssigkeit eingelassen ist, wird überhitzter Dampf von etwa 200 bis 300° eingeleitet. Die Glycerinflüssigkeit kann dabei eine Temperatur von etwa 130 bis 180° haben. Eine Erwärmung der Destillirblase durch direkte Feuerung ist unnöthig.

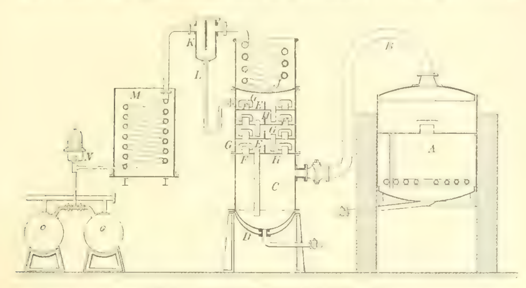


Fig. 47. Destillationsapparat von Heckmann.

Wenn das Rohglycerin aus sehr stark schäumenden Rohmaterialien hergestellt war, so kann man in dem Destillirgefäss eine Vorrichtung zum Niederschlagen des Schaumes anbringen.

Aus der Destillirblase *A* treten die glycerinhaltigen Dämpfe durch das Rohr *B* in ein Sammelgefäss *C*, welches mit einer Dampfheizvorrichtung *D* ausgestattet ist, um das Sammelgefäss auf einer Temperatur von etwa 80° zu erhalten, damit in dem kondensirten Glycerin etwa enthaltenes Wasser wieder verdampft.

Die Dämpfe steigen durch eine Anzahl von Abtheilungen *EE*, welche über dem Sammelbehälter *C* angeordnet und mit Dampfdurchtrittsstutzen *FF*, Glocken *GG* und Ueberlaufrohren *HH* ausgestattet sind, und müssen so die kondensirte und sich in den Abtheilungen ansammelnde Glycerinflüssigkeit durchströmen. Hierdurch wird in den einzelnen Abtheilungen die kondensirte Flüssigkeit um so glycerinreicher, je näher dieselben nach dem Sammelgefäss *C* hin liegen, so dass die Dämpfe zuerst die glycerinreichste und weiterhin immer glycerinärmere Schichten durchdringen und allmählich ihres Glyceringehaltes beraubt werden, während der Wasserdampf weiter entweicht und in eine darüber angeordnete Kühlvorrichtung *J* gelangt, welche durch Luft, Gas oder Flüssigkeit bezw. Wasser von einer 80° nicht übersteigenden Temperatur gekühlt wird. Hierdurch wird nur ein verhältnissmässig geringer Theil des Dampfes mit dem ganzen Rest von Glycerin, welchen er enthält,

kondensirt und in die darunter befindlichen Abtheilungen *EE* zurückgeführt, wo er die Schichten von Glycerinflüssigkeit erzeugt, durch welche die Dämpfe hindurchstreichen.

Um die Kondensation der letzten etwa im Dampf enthaltenen Glycerinreste zu befördern, kann man die Kühlvorrichtung noch mit einer weiteren Kondensationsvorrichtung *K* verbinden, aus welcher durch einen Ablauf *L* die Flüssigkeit nach den Abtheilungen *EE* geführt wird.

Die nunmehr von Glycerin vollkommen freien Dämpfe werden in einem folgenden Kühler *M* vermittelst Wasserkühlung völlig verdichtet. Das kondensirte Wasser gelangt durch eine Probirvorrichtung *N*, mittelst welcher geprüft werden kann, ob die Glycerinkondensation richtig geführt worden ist, in Sammelgefässe *OO*. Diese stehen mit einer stark wirkenden Luftpumpe in Verbindung, so dass in dem gesammten Apparat eine Luftdruckverminderung erzeugt wird, welche es ermöglicht, die Destillation des Glycerins bei verhältnissmässig niedriger Temperatur vor sich gehen zu lassen. Mit Hilfe des vorstehend beschriebenen Verfahrens erzielt man ein Glycerin von 95 bis 100 %, anstatt wie bisher von höchstens 30 % Glyceringehalt; die zur Destillation benutzten Dämpfe werden von Glycerin vollkommen befreit, und ausserdem wird die direkte Heizung der Destillirblase und eine zu hohe Erhitzung vermieden.

Im Handel unterscheidet man folgende Rohglycerine (Filsinger, Ch. Z. 1890, 1729):

1. Saponifikations-Glycerin von der Autoklavenkalkverseifung; helle bis braune Flüssigkeiten von 24 bis 30° Bé. (mit 5 bis 30 % Wasser). Ein gutes Fabrikat von 28° Bé. soll konstant bei 138° sieden und nicht über 0,5 % Asche enthalten. Bleiessig darf nur einen geringen Niederschlag geben und Salzsäure es nicht trüben.

2. Destillations-Rohglycerine kommen in verschiedener Qualität in den Handel. Der Geschmack ist adstringirend, die Asche (Chloride und Sulfate von Kalk und Alkalien, Aetzkalk und Kalkkarbonat) beträgt bis 3,5 %. Bleiessig fällt sie stark voluminös, Salzsäure trübt sie erheblich. Der Siedepunkt liegt nie über 125°. Oft enthalten sie erhebliche Mengen Glycerinsulfosäuren.

3. Laugenglycerine sind sehr verschieden zusammengesetzt. Sie enthalten neben Kochsalz, Leim, Harzsäuren, Proteïnkörper, Kohlenwasserstoffe, Natronsalze etc. Ein gutes Produkt ist von röthlichbrauner Farbe und enthält neben 10 % Asche 8 bis 10 % Wasser und organische Verunreinigungen.

Als reine Glycerine kommen folgende in den Handel:

1. Chemisch reines Glycerin mit 6 bis 10 % Wasser und

Krystallisirtes Glycerin, das fast 100 %ig und bei mittlerer Temperatur fest ist.

Beide geben mit Kaliumacetat keinen Niederschlag und mit Schwefelsäure und Alkohol keinen Aethergeruch.

2. Dynamitglycerin von gelblicher Farbe und 30° Bé. Silbernitrat gibt mit ihm nur eine schwache Trübung.

3. Kalkfreies, weisses Glycerin (weniger rein wie 2) und gelbes von 28° Bé.

Ist der Aschengehalt kleiner als 0,1 %, höchstens 0,2 %, so ist fast stets das Glycerin destillirt.

Eigenschaften. Glycerin ist ein dreiwerthiger Alkohol $C_3H_5(OH)_3$. Es ist farblos, dickflüssig, schlüpfrig und hat das SG. 1,2647 (bezogen auf Wasser von 15°). Das spezifische Gewicht (bei 20°) ist bei einem Glyceringehalt von

100	1,26348	40	1,10118
80	1,21010	20	1,04884
60	1,15561		

Specifisches Gewicht von Glycerinlösungen bei 12 bis 14° nach Lenz.

Glycerin %	SG.	Glycerin %	SG.	Glycerin %	SG.	Glycerin %	SG.
100	1,2691	86	1,2318	72	1,1945	50	1,1320
99	1,2664	85	1,2292	71	1,1918	45	1,1183
98	1,2637	84	1,2265	70	1,1889	40	1,1045
97	1,2610	83	1,2238	69	1,1858	35	1,0907
96	1,2584	82	1,2212	68	1,1826	30	1,0771
95	1,2557	81	1,2185	67	1,1795	25	1,0635
94	1,2531	80	1,2159	66	1,1764	20	1,0498
93	1,2504	79	1,2122	65	1,1733	15	1,0374
92	1,2478	78	1,2106	64	1,1702	10	1,0245
91	1,2451	77	1,2079	63	1,1671	5	1,0123
90	1,2425	76	1,2042	62	1,1640	1	1,0025
89	1,2398	75	1,2016	61	1,1610		
88	1,2372	74	1,1999	60	1,1582		
87	1,2345	73	1,1973	55	1,1455		

An der Luft ist es stark hygroskopisch und lässt sich nur schwer von den letzten Antheilen Wasser befreien; daher sind die Angaben des spezifischen Gewichtes vielfach abweichende. Mit Alkohol mischt es sich, in Aether löst es sich schwer. Für viele Salze (Soda, Borax etc.), sowie Seifen bildet es ein Lösungsmittel. Es schmeckt rein süss; auf die Haut, besonders die Schleimhäute, wirkt es erwärmend ein, indem es ihnen Wasser entzieht. Bei andauernder Winterkälte erstarrt es allmählich zu Krystallen, die erst bei 22° wieder schmelzen. Bei gewöhnlicher Temperatur verdunstet es schwach, bei 100° schon etwas stärker. Der Siedepunkt liegt bei 290°; doch lässt es sich in offener Schaale schon bei 150 bis 200° ohne Rückstand verdampfen. Es lässt sich entzünden und verbrennt ohne Geruch mit blauer Flamme. Beim raschen Erhitzen auf dem Platinblech entwickeln sich dagegen unangenehm riechende, die Schleimhäute angreifende Acroleïndämpfe: $C_3H_5(OH)(OH)_2 = C_2H_3COH + 2H_2O$.

Die Untersuchung hat qualitativ im Wesentlichen den Nachweis von Kalk, Säuren, Zucker und Arsen zu führen (vergl. Benedikt, Analyse, S. 245).

Quantitativ ist der Aschen- und Wassergehalt zu ermitteln. In reinen, wässerigen Glycerinlösungen lässt sich der Gehalt bequem durch Feststellung des spezifischen Gewichtes mit Hülfe der Tabellen von Lenz, Gerlach, Skalweit u. A. bestimmen. Dieselben Forscher haben auch Tabellen aufgestellt, die durch Ermittelung des Brechungskoëffizienten wässeriger Glycerinlösungen deren Gehalt erkennen lassen.

Gerlach (Ch. Ind. **1884**. 277; **1889**. 331; vergl. Benedikt S. 261) bestimmt die Dampfspannung der Lösungen behufs Feststellung des Glyceringehaltes.

Von den zahlreichen anderweitigen Methoden der Glycerinbestimmung beruht diejenige von Benedikt und Zsigmondy (Benedikt S. 145) darauf, dass Glycerin in verdünnter, alkalischer Lösung durch Permanganat zu Oxalsäure oxydirt wird, deren Menge durch Titriren festgestellt wird.

Diese Methode ist auch zur Analyse der Rohglycerine anwendbar, wenn dieselben verdünnt und mit Bleiessig von Verunreinigungen befreit werden, worauf noch das Blei mit Schwefelsäure zu entfernen ist. Vielfach führt man die obige Analyse jedoch nach dem Acetinverfahren von Benedikt und Cantor (vergl. auch Filsinger, Ch. Z. **1890**. 1729) aus. Hiernach wird das Glycerin durch Essigsäureanhydrid quantitativ in Triacetin verwandelt:

$$2C_3H_5(OH)_3 + 3(C_2H_3O)_2O = 2C_3H_5(OC_2H_3O)_3 + 3H_2O.$$

Man löst in Wasser, neutralisirt die freie Essigsäure genau mit verdünnter Natronlauge und kann hierauf die Menge des Triacetins leicht durch Verseifen mit Natronlauge und Zurücktitriren des Ueberschusses von letzteren bestimmen.

$$C_3H_5(OC_2H_3O)_3 + 3NaOH = C_2H_3NaO_2 + C_3H_5(OH)_3.$$

Anwendung. Glycerin dient in grösster Menge zur Darstellung von Nitroglycerin und Dynamit, seine sonstige sehr ausgedehnte Verwendung beruht in den meisten Fällen auf seiner Unveränderlichkeit in der Kälte, seiner Beständigkeit an der Luft, dem reinen, süssen Geschmack und der Widerstandsfähigkeit gegen Fermente.

Man verwendet es als Surrogat des Braumalzes in der Bierbrauerei, zum Extrahiren des Hopfens, als Zusatz zum Wein (Scheelisiren), in der Liqueurfabrikation, zu Limonaden, Punschessenz, Konfitüren, zur Chokoladenfabrikation (um das Austrocknen der Chokolade zu verhindern); zum Einmachen von Früchten, auch zur Konservirung von Eiweiss, Eigelb, Fleisch, in der Mostrichfabrikation, als Zusatz zum Essig, Kau- und Schnupftabak findet Glycerin ausgedehnte Anwendung, ferner in der Kosmetik zu Coldcream, Pomaden, Haut- und Haarmitteln, in der Parfümerie zur Extraktion der zarten Blüthengerüche, welche durch Destillation zerstört werden. In der Technik benutzt man es bei der Appretur, in der Spinnerei und Weberei (nicht trocknende Musselinschlichte, durch welche die Weber aus den feuchten Kellern erlöst worden sind), in der Gerberei, Färberei und Zeugdruckerei, zur Darstellung von Bunt- und Pergamentpapier, Kunstwollefabrikation, zum Feucht- und Geschmeidigerhalten von Treibriemen, Sohlleder, Modellirthon, Holzgebinden, Blase, bei der Leim- und Gelatinefabrikation, zur Darstellung von Buchdruckwalzenmasse und elastischen Formen, in der Eisengiesserei bei der Hartgussfabrikation, in der Photographie, zum Füllen von Gasuhren (reines Glycerin vom SG. 1,13), hydraulischen Maschinen und schwimmenden Kompassen, zum Reinhalten der Schiesswaffen, zur Darstellung von Kopirtinte, Stempelfarben und Kopirpapier, in der Tapeten- und Seifenfabrikation, zu Schuhwichse, Kitt, bei Warmwasserheizungen etc. Auch verwendet man es bei der Darstellung von Ameisensäure (zu Rumäther), Allylalkohol und ätherischem Senföl. Man benutzt es ferner zum Konserviren anatomischer Präparate und der Lymphe für Impfungen, zum Extrahiren des Pepsins, zur Darstellung von Linimenten, Salben, Einspritzungen, zum Feuchterhalten der Pillen- und Tablettenmasse des englischen Pflasters, der Gelatinekapseln, als Lösungsmittel für Arzneimittel, als äusserliches Arzneimittel etc.

Die Abfälle von der Glyceringewinnung werden in der Wichsefabrikation benutzt.

Literatur: Engelhardt, Handbuch der praktischen Kerzenfabrikation (Wien 1887); Bergmann, Das Glycerin (Berlin 1882); Koppe, Das Glycerin (daselbst 1883).

Wirthschaftliches und Statistik über die Fette etc.

1. Rohstoffe. In Deutschland ist in den letzten Jahren der Raps- und Rübsenbau wesentlich zurückgegangen. Besät waren: 1878 177 054 ha, 1883 89 563 ha, 1887 130 790 ha.

Der Grund hierfür ist nicht nur im vermehrten Zuckerrübenbau zu suchen, der sich wesentlich in Ost- und Westpreussen, sowie in Posen zeigt, sondern vor Allem im verminderten Verbrauch des Rüböles.

Ausländische Oelsaat führen besonders Ungarn und Ostindien ein.

Der Export und Import in das deutsche Zollgebiet von 1884/1888 betrug nach den Handelskammerberichten:

a) Raps- und Rübsaat, Kohl-, Hederich- und Rettigsaat:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Mehreinfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	93 657	19 668	12 734	3183	80 923	16 485
1885	66 338	12 604	12 524	2630	53 814	9 974
1886	62 427	10 925	10 740	1987	51 687	8 938
1887	57 031	10 209	4 481	874	52 550	9 335
1888	54 792	11 506	2 815	647	51 977	10 859

b) Für Leinsaat ergaben sich folgende Werthe:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Mehreinfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	60 993	11 893	20 707	4 038	40 286	7 855
1885	57 731	10 969	11 406	2 224	46 325	8 745
1886	66 248	12 421	13 385	2 543	52 863	9 878
1887	73 184	13 539	10 224	1 840	62 960	11 699
1888	88 665	16 625	13 592	2 311	75 073	14 314

Der Export an Palmkernen von Westafrika und den afrikanischen Inseln betrug 1888 44 Millionen kg.

Der Kongostaat exportirte 1888 für 1 Million Mk. Palmnüsse.

In das deutsche Zollgebiet wurden an Palmkernen, Coprah, Butterbohnen folgende Mengen eingeführt:

Jahr	Tonnen	1000 M.	Jahr	Tonnen	1000 M.
1880	47 480	13 532	1886	74 094	16 301
1881	39 209	9 214	1887	80 210	16 844
1882	54 690	13 399	1888	100 666	22 147
1883	59 223	17 767	1889	105 010	22 288
1884	69 610	18 795	1890	93 346	21 703
1885	78 631	18 872	1891	114 536	26 545

Baumwollensamen wurden 1888 für 29 Millionen Mk. aus Aegypten ausgeführt; im Wiederexport verliessen England in demselben Jahr für 237 Millionen Mk.

Im Süden der Vereinigten Staaten bilden sie den Rohstoff für eine der wichtigsten Industrien (vergl. Pribyl. D. **176**. 233), die 1881/82 ca. 410000 Tonnen Samen (ca. 10 % der jährlichen Erntemenge) verarbeitete. In den folgenden Jahren stieg die Menge ständig, bis sie 1889/90 sogar 1058200 Tonnen betrug. Eine Tonne Samen liefert 120 bis 136 l Oel; 1880 bestanden 57 Mühlen.

2. Fette und Oele. Die Einfuhr der indischen Saat, ferner die Konkurrenz mit minderwerthigen Mischungen (billiges ausländisches Leinöl mit Mineral- oder Harzöl) haben die Industrie des Rüböles ungünstig beeinflusst, um so mehr, als die billigen Mineralöle und auch Baumwollsaatöl etc. seine Verwendung beeinträchtigen. Die Ein- und Ausfuhr in das deutsche Zollgebiet war folgende:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	665	386	5867	3403	5202	3017
1885	737	256	7327	3554	6590	3298
1886	114	48	6766	2842	6652	2794
1887	167	74	9997	4399	9830	4325
1888	106	51	7583	3640	7477	3589

Leinöl ist ein wichtiges Material für die Seifen-, Firniss-, Wachstuch- und Linoleumindustrie geworden, von welchem das Ausland 1887 allein 41493 Tonnen lieferte. Vor Allem zeichnet sich England durch seine Produktion aus, die es nur deshalb mit Vortheil innehalten kann, da es bei der dort üblichen Stallfütterung die stark ölhaltigen Rückstände (nur ca. 30 % Oel werden ausgepresst) gut zu verwenden vermag. Trotz des Zolles ist das englische Leinöl doch billiger wie das deutsche und es wird sogar Firniss von England bezogen.

Ein- und Ausfuhr in das deutsche Zollgebiet ist nachstehend angegeben.

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Einfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	38 280	18 226	131	61	38 149	17 165
1885	38 313	17 241	128	57	38 185	17 184
1886	39 743	15 897	113	45	39 630	15 852
1887	41 493	16 597	111	44	41 382	16 553
1888	44 070	16 747	128	49	43 942	16 698

Von Olivenöl sind folgende Mengen nach Deutschland gekommen:

	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Einfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	[illegible]	8 030	161	369	8 504	7 661
1885	9 872	7 590	298	224	9 574	7 366
1886	9 714	7 160	252	176	9 462	6 984
1887	10 569	7 706	286	200	10 283	7 506
1888	9 969	7 634	174	130	9 795	7 504

Der Export betrug im Jahre 1888 von:

	Millionen kg	Werth Millionen Mk.
Italien	55,3	66
Spanien .	23	14,5
Griechenland	6,4	4,3
Türkei .	90	61
Tunis	40	3,6

Palmöl, Kokosnussöl etc. wurden in folgenden Mengen in Deutschland gehandelt:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Einfuhr (—), der Ausfuhr (+)	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	9 500	6 569	6 347	4 562	— 3153	— 2007
1885	11 488	6 824	8 216	4 880	— 3272	— 1944
1886	11 077	5 317	11 754	6 112	+ 677	+ 795
1887	13 511	5 675	11 688	5 376	— 1823	— 299
1888	15 846	6 814	15 631	7 346	215	+ 532

Westafrika, der Kongostaat und die afrikanischen Inseln betheiligen sich vorzugsweise an dem Export.

Talg wurde im Zollgebiet in folgenden Mengen gehandelt:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Einfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	6346	4886	475	445	— 5871	— 4441
1885	5641	3385	626	388	— 5015	— 2997
1886	6491	3375	887	479	— 5604	— 2896
1887	8246	4123	1004	522	— 7242	— 3601
1888	6226	3300	1205	663	— 5021	— 2637

Eine besonders ungünstige Lage für Fettwaaren brachte das Jahr 1884 mit sich, indem es die wichtigsten Einzelartikel entwerthete.

Der Grund hierfür lag nicht nur in den reichen Ernten der Oelfrüchte und der wachsenden Zufuhr an Fettwaaren, sondern auch in den reichen Futterernten, welche die Butterpreise herabsetzten und dadurch die Produktion der Kunstbutterfabriken, der grössten Konsumenten des Talgs, einschränkten. Sehr bemerklich machte sich auch die Konkurrenz der Mineralöle. Die folgenden Jahre brachten wieder eine Besserung der Lage.

Von sonstigen Fetten etc. seien noch folgende angeführt:

Einfuhr in den freien Verkehr des deutschen Zollgebiets im Jahre 1891.

Exportirendes Land	Schmalz, Lanolin etc.	Fisch- und Robbenspeck, Fischthran	Talg
	Tonnen	Tonnen	Tonnen
Belgien	2 857	141	334
Dänemark	11	691	4
Frankreich	403	169	1 419
Gr.-Britannien, Gibraltar, Malta u. Cypern	[illegible]	1 335	3 750
Italien	13	—	
Niederlande	5 996	921	931
Norwegen und Schweden	—	7 973	9
Oesterreich-Ungarn	1 912	6	71
Portugal und Spanien	8	587	1
Rumänien	—	—	—
Russland	123	25	353
Schweiz	48	2	107
Brasilien	9	—	3
Vereinigte Staaten von Nordamerika	74 500	33	2 287
Britisch Ostindien etc.	—	-	—
Australien	—	—	1 075
Alle übr. Länder, Freihäfen u. Zollausschl.	222	518	478
Gesammteinfuhr	87 534	12 401	10 813
Werth 1000 M.	57 553	4 712	5 947

Eine Uebersicht der Rohstoffe und Fabrikate in der Industrie der Fette, fetten Oele und Mineralöle gibt für das deutsche Zollgebiet die folgende Tabelle:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhr		Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
	1. Rohstoffe.				2. Fabrikate.			
1880	254 529	72 083	68 417	18 082	361 488	110 798	44 362	28 397
1881	257 747	69 731	45 564	12 149	475 016	125 710	46 925	28 922
1882	270 994	75 683	47 873	12 539	459 920	119 220	43 284	28 366
1883	332 972	96 661	48 249	12 700	522 162	133 353	36 789	24 975
1884	320 455	84 563	42 295	11 172	563 853	124 942	35 660	23 212
1885	288 576	69 634	32 314	7 946	601 983	123 955	31 242	17 931
1886	264 100	58 963	29 425	6 808	549 489	102 363	32 967	17 540
1887	297 999	65 601	20 036	5 021	635 394	110 094	36 785	18 616
1888	351 091	79 376	28 803	6 418	698 709	135 903	39 755	20 182
1889	419 347	101 366	32 696	7 605	777 852	136 697	36 711	18 159
1890	430 332	105 172	37 509	8 949	808 484	130 878	34 223	18 605
1891	486 690	116 664	33 427	8 269	852 481	128 306	38 554	21 426

3. Seife. Die Seifenfabriken beziehen Palm- und Kokosöl aus Afrika; thierische Fette und Harz aus Amerika; Cotton- und Leinöl aus England; Oleïn und Leinöl aus Belgien und Holland.

Da jetzt immer mehr Fabriken von Palmkern- und Kokosnussöl im Inland entstehen, verminderte sich in den letzten Jahren (1884/88) der Import entsprechend. Der benutzte Talg stammte ausschliesslich vom Inland; ebenso die Soda.

Ein- und Ausfuhr im deutschen Zollgebiet:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Einfuhr (−), der Ausfuhr (+)	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
			Schmierseife.			
1885	[illegible]	122	790	253	408	− 131
1886	[illegible]	116	785	251	− 421	− 135
1887	430	137	736	235	− 306	− 98
1888	[illegible]	[illegible]	944	283	− 519	− 186
			Feste Seife.			
1885	1081	594	711	[illegible]	− 370	− 239
1886	1017	529	744	357	− 273	− 172
1887	924	471	613	288	− 311	− 183
1888	[illegible]	404	758	349	− 51	− 55
			Seife in Täfelchen.			
1885	75	150	1168	1753	+ 1093	+ 1603
1886	82	165	1169	1754	+ 1087	+ 1589
1887	83	166	1195	1793	+ 1112	+ 1627
1888	82	163	1238	1857	+ 1156	+ 1694

Ausfuhr von Glycerin aus dem deutschen Zollgebiet:

Jahr	Tonnen	1000 M.	Jahr	Tonnen	1000 M.
1881	2849	4843	1887	2040	2327
1882	2832	4532	1888	2109	2032
1883	2467	3577	1889	2220	2018
1884	2233	2456	1890	2493	2275
1885	2163	1746	1891	2240	1835

Gesammtproduktion an Rohglycerin:

Länder	Aus der Stearinfabrikation	Aus der Seifenfabrikation
	Tonnen	Tonnen
Frankreich	6 000	3 500
Deutschland	3 000	2 000
Vereinigte Staaten von Nordamerika .	3 000	3 000
Niederlande	2 000	–
Oesterreich	2 000	–
Russland	2 000	–
Belgien . . .	1 800	–
Italien	1 800	–
England .	1 200	5 500
Spanien	1 500	
Schweden und Norwegen . .	350	–
Schweiz .	300	
Argentinien	300	
Australien	300	
Andere Länder	450	
Summa	26 000	14 000

Die ätherischen Oele.[1]

Unter dem Namen ätherische oder flüchtige Oele fasst man eine Anzahl verschiedenartiger Produkte des lebenden pflanzlichen Organismus[2] zusammen, die wesentlich nur darin übereinstimmen, dass sie einen intensiven Geruch besitzen und auf Papier einen allmählich verschwindenden Oelfleck hervorrufen.

Die Oele kommen in den verschiedenartigsten Organen der Pflanze, in der Blüthe, den Samen, im Holz, im Bast, in der Rinde, den Blättern und den Wurzeln vor, und zwar finden sie sich als Tröpfchen im Zellsaft oder Protoplasma, ferner in Drüsen der Epidermis und ihrer Theile oder auch in grösseren ölführenden Schläuchen oder Gängen. (Ueber wohlriechende Hölzer vergl. auch Jackson, Rep. **1891**. II. 156.)

Fast überall, wo ein deutlicher Geruch an Pflanzentheilen wahrnehmbar ist, der unter Umständen erst nach Zusatz von warmem Wasser auftritt, ist ätherisches Oel vorhanden, von dessen Menge die Intensität des Geruches kein Zeugniss ablegt, da kaum riechende Pflanzen viel und stark riechende wenig ätherisches Oel enthalten können.

Der Gehalt an ätherischem Oel, wie er bei einzelnen Drogen und Pflanzentheilen im Grossbetrieb — von Schimmel & Co. (Leipzig) — gefunden ist, ist weiter unten mitgetheilt.

Die Gewinnung der ätherischen Oele beruht auf folgenden drei Methoden:

a) Destillation. Obwohl die Oele erst bei hoher Temperatur sieden, verflüchtigen sie sich mit Wasserdampf leicht. Dementsprechend gewinnt man die meisten Oele, indem man auf die Pflanzentheile Wasserdampf wirken lässt oder indem man mit Wasser kocht. Die sich verflüchtigenden Dämpfe werden kondensirt und hierbei Oel vom Wasser getrennt.

b) Die Extraktion mit Aether, Methylchlorid, Schwefelkohlenstoff hat sich neuerdings mehrfach, besonders zur Gewinnung von Nelkenöl, bewährt, kann aber nur dann angewandt werden, wenn die Pflanzentheile nur wenig fettes Oel und Harz enthalten, da letztere das ätherische Oel sehr energisch zurückhalten und erst durch längeres

---

[1]) Unter spezieller Berücksichtigung von Bornemann, Die ätherischen Oele (Weimar 1892).

[2]) Moschus, Zibeth und Ambra sind Produkte des thierischen Organismus, die als Riechstoffe Verwendung finden. Ihre chemische Natur ist noch nicht genügend aufgeklärt.

Destilliren mit Wasserdampf davon zu befreien sind: auf die Apparate von Hirzel, Wegelin & Hübner, Merz sei verwiesen, siehe oben S. 133.

c) Pressen findet mit Erfolg nur bei frischen, ölreichen Pflanzentheilen statt, die das Oel in verhältnissmässig grossen Behältern enthalten. Beim Stehen trennt sich das Oel von dem schleimigen Pflanzensaft (Citronen-, Orangenschalen, Bergamottöl etc.).

Für die Zwecke der Parfümerie kommen noch folgende Gewinnungsweisen ätherischer Oele in Betracht:

d) Maceration, Uebergiessen der Pflanzentheile mit geruchlosem Fett.

e) Absorption, Ausbreiten der Blüthen zwischen zwei mit Fett überzogenen Glasplatten, oder Leiten eines Luft-(Kohlensäure-)stromes erst durch die Blüthen, dann durch das zur Absorption bestimmte Fett.

f) Deplacirung, Extraktion des Oeles in der Kälte durch Alkohol, der unter einem hohen Flüssigkeitsdruck steht.

Die Verarbeitung der Pflanzen auf Oele ist eine sehr mannigfache: während einzelne sich trocknen und dann verschicken lassen, müssen andere, namentlich Blüthen, noch am Tage, an dem man sie pflückt, verarbeitet werden, da der Oelgehalt abnimmt, wenn die Blumen dem Sonnenlicht und der Wärme ausgesetzt werden.

Spezielle Darstellung. Um dem Wasserdampf oder dem Extraktionsmittel einen leichten Zutritt zu den ätherischen Oelen zu gewähren, muss man zunächst eine Zerkleinerung des Materials vornehmen. Zu dem Ende quetscht man die Samen zwischen horizontalen Walzen, ähnlich denen, welche bei der Gewinnung der fetten Oele beschrieben sind; doch ist hier eine weitere Zerkleinerung auf Kollergängen nicht erforderlich.

Holzige Stengel etc. (Gewürznelken) zerreibt man auf der Bogardusmühle oder in einer Kugelmühle.

Die Kugelmühle des Grusonwerkes, Magdeburg-Buckau (Fig. 48), besteht im Wesentlichen aus einer rotirenden Trommel, deren Mantel aus cylindrisch gebogenen, mit Löchern oder Schlitzen versehenen Platten $a a_1$ zusammengesetzt ist, und deren schmiedeeiserne, auf ihrer Innenseite mit Hartgussplatten b ausgepanzerte Stirnwände durch Nabenscheiben mit der stählernen Welle der Mühle verbunden sind. Im Inneren der Trommel befindet sich eine grössere Anzahl Stahlkugeln, welche das eingebrachte Mahlgut bei der Rotation der Mühle zerschlagen und zerreiben. Das genügend zerkleinerte Material fällt durch die Rostspalte bezw. Löcher im Trommelmantel auf ein den letzteren konachsial umgebendes, cylindrisches Sieb c aus gelochtem Stahlblech, welches die gröberen Griese zurückhält, während die durchgesiebten, reichlich mit Mehl vermischten, feineren Griese auf das aus Metallgewebe bestehende Mehlsieb d gelangen. Dieses ist ebenfalls cylindrisch und um das Sieb c herumgelegt. Das fertige Mehl fällt durch dasselbe hindurch in den mit einem Sackstutzen und einem Verschlussschieber versehenen Auslauftrichter e eines die ganze Mühle staubdicht umgebenden Blechgehäuses.

Die abgesiebten, zwischen den Sieben c und d und dem Trommelmantel befindlichen Griese werden mittelst der über die ganze Breite der ersteren reichenden und durch entsprechende Schlitze in dem Siebmantel c hindurchgehenden Blechschaufeln f den Kanälen g zugeführt, von welchen in jeder Mantelplatte einer angebracht ist. Diese Kanäle lassen sie in das Innere der Trommel zurückfallen, in welchem sie der Wirkung der Kugeln auf's Neue ausgesetzt werden.

Die Einführung der zu vermahlenden Stoffe in die Trommel erfolgt durch die eine Nabenscheibe, welche zu diesem Zwecke durchbrochen ist. Die dadurch entstehenden Speichen sind ähnlich wie eine Schiffsschraube geformt, so dass sie bei ihrer Rotation mit der Mühlentrommel als Transportschnecke wirken und das

dem Trichter *h* in Stücken aufgegebene Mahlgut in die Trommeln befördern, während die sonst gebräuchlichen, gewöhnlichen Speichen die Zuführung behindern. Ausserdem haben die schraubenförmigen Speichen eine erheblich grössere Widerstandsfähigkeit als gewöhnliche, so dass ihre Anzahl auf zwei reduzirt werden konnte. Schliesslich verhindern sie auch das Herausspringen von Kugeln aus der Trommel in den Aufgabetrichter *h*, unter welchem Uebelstande Kugelmühlen mit gewöhnlichen Speichen viel zu leiden haben.

Das Trommelinnere ist durch ein im Trommelmantel angebrachtes Mannloch, welches durch die Stäbe *l l* und *i* geschlossen ist, leicht zugänglich. Diese Stäbe können leicht entfernt werden, wenn die obere Kappe des Staubgehäuses, in welcher der Luftschacht *k* angebracht ist, abgenommen wird. Soll die Mühle

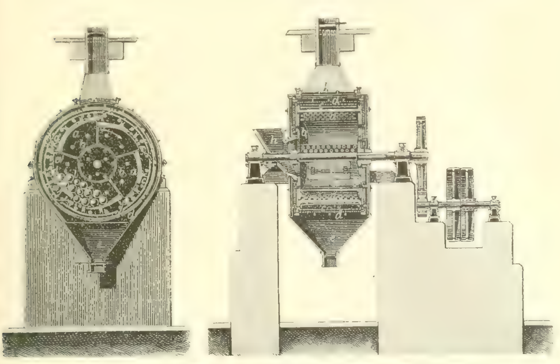


Fig. 48 a und 48 b. Kugelmühle des Grusonwerkes. Querschnitt und Längsschnitt

von den Mahlrückständen und den etwa mit hineingekommenen Eisentheilen u. s. w. entleert werden, so braucht man nur den mittleren Stab *i* herauszunehmen und die Mühle einige Umdrehungen machen zu lassen. Nach Mittheilung der Firma lassen sich 50 kg Zimmt per Stunde vermahlen.

Holz raspelt man zu Spähnen; Kräuter und Wurzeln werden in Häckselladen zerschnitten.

Die fettes Oel enthaltenden Samen (bittere Mandeln, Senfsamen) werden zunächst gepresst, worauf die Presskuchen zerkleinert und gesiebt werden.

1. Destillation. Am rationellsten wird die Destillation mit direktem Dampf vorgenommen, da hierbei das Oel nicht lange — wie beim Destilliren von Pflanzen mit Wasser über direktem Feuer — mit heissem Wasser in Berührung kommt und die Oele daher einen reineren Geruch haben; ferner wird die Pflanze nicht extrahirt und die Rückstände sind daher werthvoller; auch ist ein Anbrennen ausgeschlossen, überhaupt eine bessere Regelung des Betriebes möglich. Man arbeitet meist mit cylindrischen Blasen aus Kupfer oder Eisen, die dicht am Boden ein Dampfrohr haben, welches in einen gelochten Kranz ausläuft;

über demselben liegt ein mit Leinwand bespannter Siebboden, auf den die Pflanzentheile geschüttet werden. Oben sitzt auf der Blase ein Helm mit Ableitungsrohr für die Dämpfe und Mannloch; umgeben wird die Blase zweckmässig mit isolirendem Material, um die Wärme zusammenzuhalten.

Hat man so lange destillirt, bis die abgekühlten Dämpfe kein Oel mehr abscheiden, so trocknet man die Pflanzenrückstände, insofern sie noch Verwerthung finden sollen, durch indirekten Dampf.

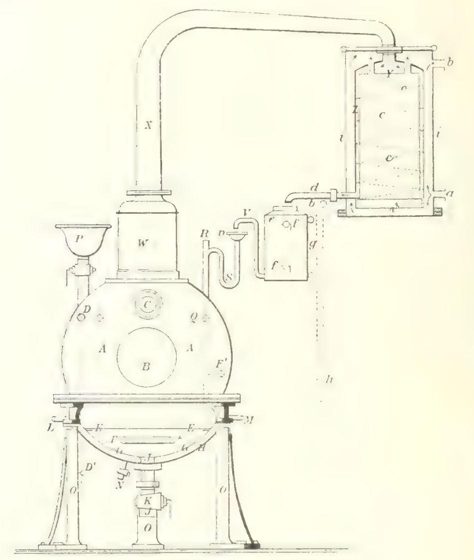


Fig. 49. Destillirapparat von V. Hänig & Co.

Einen Apparat mit Rückflusskühler, wie er auch zum Rektifiziren des Oeles und zum Gewinnen des in dem kondensirten Wasser enthaltenen Oeles brauchbar ist, haben V. Hänig & Co. (Dresden) gebaut. Derselbe (Fig. 49) besteht aus der kugelförmigen Blase *A*, die unten einen Dampfmantel hat, aus dem bei *M* die Luft, bei *N* das Kondenswasser abzulassen ist; bei *L* tritt der Dampf ein. Unter dem Siebboden *E* in der Blase ist das Kranzrohr *F* für direkten Dampf angebracht, das von *F'* gespeist wird; *B* ist das Mannloch, *C* ein Schauglas; *D D'* gibt die Lage eines Wasserstandsrohres an, das unten in dem Ablassrohr *J* (über dem Hahn *K*) endet.

Unter dem Luftventil Q liegt das Einlaufrohr Sz für das durch U aus der Florentiner Flasche[1]) e kommende Wasser; in S kann bei R ein Thermometer eingesetzt werden. ff_1 ist ein Wasserstandsglas. Ferner ist P der Einfülltrichter, W ein Dampfdom, an welchen sich der Retortenhals X anschliesst, der mit dem Mantelkühler YZ in Verbindung steht. Dieser ist vom Gefäss i mit Wasserzulauf a und Ablauf b verbunden. Den Weg der Dämpfe gibt c an. Das kondensirte Destillat fliesst durch d nach e und von hier nach A zurück. Ist das Destillat bei U geruchlos, so lässt man es bei h abfliessen, schliesst F' und verdampft mit dem Heizmantel das in A befindliche Wasser.

Wenn in X ein Druckventil angebracht wird, so kann man mit Ueberdruck arbeiten und dadurch ein Sprengen der ölführenden Zellen bewirken. O bildet die Stütze für den Apparat.

Wenn Oel rektifizirt werden soll, so wird — ohne Anwendung von direktem Dampf — mittelst des Dampfmantels geheizt.

Eine Kombination von Rektifizir- und Destillirapparat zeigt der

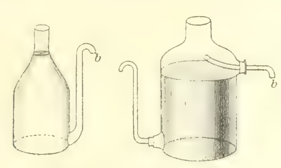


Fig. 50 u. 51. Florentiner Flasche.

grosse Apparat von Schimmel & Co., Leipzig (D.R.P. Nr. 10288) (Fig. 52). In der nach unten gewölbten Blase A liegt der Siebboden a, auf welchen die Pflanzentheile kommen, ferner die Dampfschlange d für geschlossenen Dampf mit Ausgangsventil e. Die Auslassöffnung ist E, Auslassstutzen sind z und w.

Zum Betrieb wird der Helm b abgenommen und das Material bis 0,2 m über die oberste Mündung von d eingefüllt; dann lässt man zunächst zur Anwärmung gespannten Dampf in die Schlange eintreten und gibt hierauf durch die Spiralröhre c direkten Dampf. Die geschlossene Schlange verdampft kondensirtes Wasser stets von Neuem. Zum Umrühren des Materials dienen die Rührwellen g.

Die Dämpfe gelangen zum Kühler B und fliessen von hier durch m in die Vorlagen I, II und III, die nach Art der Florentiner Flaschen funktioniren.

Zur Rektifikation des kondensirten Wassers fliesst dasselbe aus der Vorlage durch s und A nach dem Rektifikator D, bis derselbe völlig gefüllt ist, und wird durch die Dampfschlange h von Neuem verdampft. In einem zweiten Kühler B' (nicht gegezeichnet, hinter B liegend) werden die durch Röhre i abgeleiteten Dämpfe kondensirt und fliessen in die Rinne n. Man rektifizirt so lange, bis eine Probe der aus B' kommenden Flüssigkeit geschmacklos ist, worauf D entleert und mit einer neuen Menge des in der Vorlage kondensirten Wassers beschickt wird; o ist das Ablassventil.

Die Blase wird aus Eisen gefertigt und vermag bei 3,1 m Höhe 2500 kg Kümmel zu fassen. Sie ist mit einem schlechten Wärmeleiter umgeben.

Bei den Destillationsapparaten ist den Kühlern besondere Aufmerksamkeit zu widmen, welche stets eine vollständige Kondensation herbeiführen müssen. Während in den meisten Fällen das Kühlwasser kalt ablaufen soll, muss es bei stearoptenreichen Oelen (Anis-,

---

[1]) Die Florentiner Flasche ist eine zweckmässige Vorlage für die Destillation ätherischer Oele, deren älteste Form Fig. 50 zeigt. Das Oel sammelt sich über dem Wasser, welches aus b abfliesst. Eine verbesserte Konstruktion zeigt Fig. 51; zur Abscheidung von Oelen, die leichter als Wasser sind, wird b geschlossen, im anderen Fall lässt man das Kondenswasser aus b abfliessen.

Fenchel-, Rosenöl) lauwarm sein, da sich sonst die Röhren durch das in der Kälte sich ausscheidende Stearopten verstopfen würden. Meist bedient man sich der Schlangenkühler, zuweilen auch noch der Liebig'schen Kühler, die unter Umständen sehr rationell arbeiten. Sehr häufig und mit Vortheil werden Röhrenkühler benutzt, bei denen der Dampf eine grössere Anzahl Röhren durchströmt, zwischen denen das Wasser zirkulirt. Auch die umgekehrte Konstruktion wird angewandt.

Die Wässer des Destillats, die zum Theil noch erhebliche Mengen Oel gelöst enthalten, werden in der Regel rektifizirt, zuweilen unter Zusatz von Kochsalz, um die lösende Kraft des Wassers zu verringern und den Siedepunkt zu erhöhen. Stets ist der erste Theil

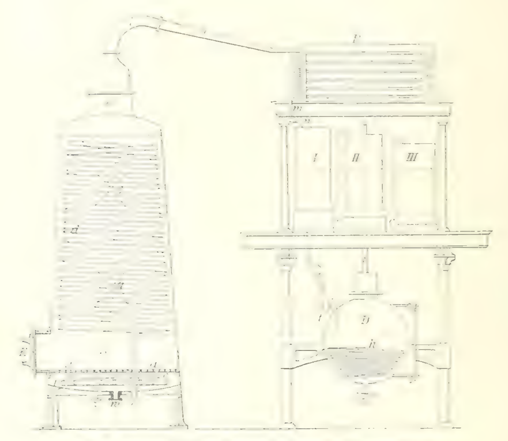


Fig. 72. [illegible]

des Destillates reicher an ätherischem Oel und wird besonders aufgefangen. Eine andere Art der Verarbeitung ist die Kohobation, bei welcher das Wasser so lange mit frischen Pflanzen destillirt wird, bis es mit ätherischem Oel gesättigt ist (wohlriechendes Wasser). Aus dem letzten Destillat gewinnt man dann das Oel selbst.

Bei der Rektifikation sauer reagirender Wässer (Kamille, Majoran, Kardamom etc.) sorgt man, um Beschädigung der Gefässe zu verhüten, durch Kalkzusatz für Neutralisation.

Die durch Destillation entölten Pflanzentheile bilden wegen ihres reichlichen Gehaltes an Eiweiss, Fett etc. ein konzentrirtes Futter-

mittel, das entweder frisch, im feuchten Zustand an die Mäster gegeben oder getrocknet in den Handel gebracht wird.

Auf den Trockenapparat von A. Theisen, Leipzig (Muspratt 1. 68), für die entölten Pflanzen sei verwiesen.

Destillation im luftverdünnten Raum. Diese Art der Oelgewinnung hat wegen der leichten Zersetzbarkeit der Oele ihre ausserordentlichen Schwierigkeiten. Doch ist es Schimmel & Co. (Bericht vom April 1890) gelungen, im Grossbetrieb — bei Anwendung einer starken Luftverdünnung — das Verfahren durchzuführen. Wenn ätherische Oele zu lange mit den heissen Retortenwänden in Berührung bleiben, so nehmen sie den sogen. Retortengeruch an. Dies wird verhindert, wenn man schnell bei niederer Temperatur resp. starker Luftverdünnung destillirt. Die Retorte, ein besonders energisch wirkender Kühler, und die Vorlage müssen luftdicht unter einander und mit der Luftpumpe verbunden werden.

Einen ähnlichen Apparat haben schon Soubeiran und Gobley vorgeschlagen (J. pharm. Ch. 23. [3] 1853. 1).

c) Oelgewinnung durch Pressen. Diese Methode wird nur in seltenen Fällen bei besonders ölreichen Pflanzen angewendet und liefert, wenn kalt gepresst wird, ein sehr wohlriechendes Oel, das noch mit Pflanzensaft, Schleim etc. gemischt ist. Die angewandten Pressen sind meistens Spindelpressen, seltener hydraulische.

Ein eigenartiges Verfahren, das insbesondere zur Gewinnung der Oele aus Aurantieen (Neroli-, Citronen-, Bergamott-, Apfelsinenöl etc.) verwendet wird, ist das sogen. Nadelverfahren (Bornemann S. 273). Der erforderliche Apparat (Fig. 53) besteht aus einer Zinnschüssel *A* von ca. 20 cm Durchmesser, die in der Mitte in ein 10 bis 15 cm langes, 2 cm weites Rohr *C* zur Aufnahme des Oeles ausgeht und mit etwa 150 starken Messingnadeln besetzt ist; um *C* entleeren zu können, ist der eiserne ausziehbare Schieber *B* angebracht. Zur Bereitung von Schaalenölen — z. B. aus einer Citrone — reibt man die Frucht, unter mehrfachem Wenden, über die Nadelspitzen wobei die Zellwände platzen und das Oel, mit wässeriger Flüssigkeit gemischt, in die Röhre fliesst, aus welcher es von Zeit zu Zeit durch Entfernen von *B* ausgelassen wird.

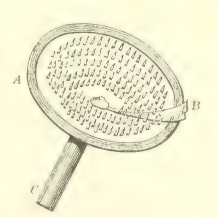


Fig. 53. Nadelapparat.

Reinigung der Oele. Zur Entfernung der stets im Oel vorhandenen Verunreinigungen: Wasser, Schleim, Farbstoff, Harz, Fett etc. lässt man das Oel lagern, filtrirt es oder destillirt.

Zum Destilliren erhitzt man entweder das Oel mit Wasser oder Wasserdampf oder im Vakuum.

Aufzubewahren sind die Oele in dunklen, kühlen Räumen in Flaschen, die vollgefüllt und hermetisch verschlossen sind. Anderenfalls verändert sich der Geruch und es tritt unter Umständen Verharzung ein.

Darstellung der einzelnen Oele. Wir führen im folgenden von den wichtigeren Oelen das noch auf, was wir zur Ergänzung der mitgetheilten allgemeinen Darstellungsmethoden zuzufügen haben.

1. Aurantiaceenöle werden in grossen Mengen in Italien (Sizilien, Kalabrien, Nizza) gewonnen, und zwar aus Fruchtschaalen: Citronen-, Bergamott-, Pomeranzenöl; aus Blüthen das Orangenblüthenöl; aus Blättern und unreifen Früchten das Petitgrain-Oel.

Die feinsten Oele sind die handgepressten (Essences préparées à l'éponge), da bei der Destillation der Wohlgeruch zum Theil verloren geht. Man zersprengt durch Handdruck die Oelzellen und spritzt das Oel in einen Schwamm, der von Zeit zu Zeit ausgedrückt wird; 1000 bis 1500 Früchte liefern ca. 1 kg Oel.

Rationeller ist das Verfahren mit der (oben beschriebenen) Nadelpresse (ecuelle à piquer), das vielfach z. B. auch in der Nähe von Nizza in Gebrauch ist und ebenfalls ein vorzügliches Oel liefert.

Die Rückstände dieser primitiven Fabrikation werden in besonderen Fabriken durch Destillation verarbeitet und liefern beträchtliche Mengen von geringwerthigen Oelen, die zum Verschneiden dienen.

2. Bittermandelöl findet sich in den bitteren Mandeln — Samen von Amygdalus communis — nicht fertig gebildet, sondern entsteht erst aus Amygdalin (etwa zu 3 %) vorhanden) durch einen gährungerregenden Körper, das Emulsin, im Sinne folgender Gleichung:

$$\underset{\text{Amygdalin}}{C_{20}H_{27}NO_{11}} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Bittermandelöl}}{C_7H_6O} + \underset{\text{Cyanwasserstoff}}{HCN} + \underset{\text{Traubenzucker}}{2C_6H_{12}O_6}.$$

Auf 80° erhitzt, verliert das Emulsin seine Wirksamkeit. Ausser in den bitteren Mandeln findet sich das Amygdalin auch in Samen anderer Amygdalus- und Prunusarten. Technisch gewinnt man das Bittermandelöl fast ausschliesslich aus entschälten Pfirsichkernen, die von der Levante in den Handel kommen. Nachdem man sie zur Entfernung des fetten Oeles (35 bis 40 %) gepresst hat, pulvert man die Presskuchen und digerirt sie bei einer Temperatur, die nicht 45 bis 50° übersteigt, mehrere Stunden im Destillirapparat. Hierbei tritt durch den oben angeführten Gährungsvorgang die Bildung von Bittermandelöl ein, das mit Wasserdampf überdestillirt wird. Da das rohe Oel die überaus giftige Blausäure enthält, von der die Hauptmenge bei der Destillation in den Abzug geleitet wird, so wird es mit Eisenchlorür und Kalkwasser geschüttelt und dann mit Dampf rektifizirt.

3. Kampfer. In den europäischen Handel kommt unter diesem Namen fast nur der Lauraceenkampfer (chinesischer oder japanischer Kampfer), d. i. das Stearopten (der feste Antheil) des reichlich in allen Theilen vorkommenden ätherischen Oeles von Laurus Camphora, (Camphora officinarum), Kampferlorbeerbaum, der in China und Japan wächst.

Zur Darstellung kocht man in China das zerkleinerte Stamm- und Wurzelholz so lange mit Wasser, bis der Kampfer auf der Oberfläche schwimmt und beim Erkalten sich als feste Masse ausscheidet. In Japan sublimirt man ihn in mit Stroh ausgefütterte Helme, mit denen man das Kochgefäss bedeckt. Zur Raffinirung wird der Rohkampfer in Europa, mit Aetzkalk und Kohle gemischt, sublimirt.

Borneo- oder Sumatrakampfer ist kaum im europäischen

Handel, da er nur in geringer Menge und zu entsprechend hohem Preis produzirt wird. Er findet sich in Höhlungen von Dryobalanops Camphora vor, aus denen er gesammelt und mechanisch von Verunreinigungen befreit wird. Künstlich stellt man ihn durch Reduktion des Lauraceenkampfers (z. B. in alkoholischer Lösung mit Natrium) dar.

Ersetzt wird er vielfach durch das im Geruch ihm gleiche Borneol, das aus Fichtennadelöl bereitet werden kann.

4. Kampferöl wird beim Anschneiden der Rinde von Laurus Camphora sowie der von Dryobalanops gewonnen.

Durch Destillation stellt man eine leichte und eine schwere Fraktion dar. Das specifische Gewicht der ersten ist 0,895 bis 0,920, das der anderen 0,970 (Siedepunkt 240 bis 300°).

5. Rosenöl. In der Türkei destillirt man die Rosenblüthen mit dem doppelten Gewicht Wasser übergossen — in rohen Apparaten über freiem Feuer; es wird erst die Hälfte abgezogen, dann, bei erneuerter Operation, ein Sechstel; das Destillat lässt man 1 bis 2 Tage an einem warmen Ort stehen und schöpft dann das Oel ab.

In Rumelien destillirt man 12 kg Rosen mit 48 bis 60 kg Wasser und fängt 3 Fraktionen auf, die getrennt rektifizirt werden. Durchschnittlich gebraucht man für 1 g Oel 3 kg Rosen.

Von dem in Persien dargestellten Oel wird besonders das aus Kaschmir geschätzt.

In Deutschland haben Schimmel & Co. 1884 zuerst im Grossen das Oel gewonnen, und zwar aus 2000 kg Rosen 1 kg Oel einer ausgezeichneten Qualität, das allerdings doppelt so theuer wie das türkische war. 1892 wurden 16 kg Oel produzirt und eine Anlage gebaut, die nach Mittheilung der Firma 1 Million kg Rosen verarbeitet, welche frisch gepflückt, unter Vermeidung jedes Transportes, in den Destillationsapparat kommen.

Das Rosenwasser fällt als Nebenprodukt ab.

6. Senföl entsteht aus schwarzem Senfsamen durch Einwirkung des Fermentes Myrosin (welches auch in weissem Senf enthalten ist), auf das im Samen ebenfalls enthaltene myronsaure Kali:

$$\underset{\text{Myronsaures Kali}}{C_{10}H_{18}KNS_2O_{12}} = \underset{\text{Senföl}}{C_4H_5NS} + \underset{\text{Traubenzucker}}{C_6H_{12}O_6} + \underset{\text{Kaliumbisulfat.}}{KHSO_4}$$

Der fein gequetschte Samen wird in einer hydraulischen Presse von etwa 20% fettem Oel befreit (der Rest kann ohne Gefährdung des Myrosins nicht gewonnen werden), worauf der gepulverte und gesiebte Presskuchen mit Wasser zu einem dünnen Brei angerührt wird, den man mehrere Stunden in einem dicht verschliessbaren Gefäss bei etwa 40° stehen lässt. Dann wird mit Wasser verdünnt und mit Dampf schnell destillirt. Besondere Ableitungsvorrichtungen verhindern, dass die höchst reizenden Dämpfe in den Arbeitsraum gelangen.

7. Terpentinöl wird aus Terpentin durch Destillation gewonnen. Da man beim Arbeiten über direktem Feuer schwer Ueberhitzung vermeiden kann, wodurch das zurückbleibende Harz — wie auch das überdestillirende Oel — geringwerthiger wird, so destillirt man am zweckmässigsten mit Dampf.

Einen entsprechenden Apparat hat Violette (D. 169. 163) angegeben; man verarbeitet in ihm 1000 kg Terpentin mit direktem und

indirektem Dampf; nach 8 Stunden ist die Destillation beendet und das rückständige Harz fliesst direkt auf die Filtrirvorrichtung.

Zur Reinigung des Oeles dient eine Wiederholung der Destillation mit Wasserdampf, die man unter Zusatz von ca. 0,5 % gebranntem Kalk vornimmt. Für den pharmazeutischen Gebrauch wiederholt man die Rektifikation von Zeit zu Zeit, da sich das Oel beim Aufbewahren zersetzt. — Im Handel unterscheidet man:

1. Französisches Terpentinöl von Pinus Pinaster;
2. Englisches Terpentinöl (aus amerikanischem Terpentin) von Pinus palustris und P. taeda;
3. Russisches Terpentinöl von P. sylvestris, P. Ledebouri.

Weniger verbreitet sind:

4. Deutsches Terpentinöl, Fichtennadelöl von P. sylvestris und Picea vulgaris;
5. Venetianisches Terpentinöl von Larix decidua;
6. Templinöl, Latschenkiefernöl erhält man aus den Zweigen von P. Pumilio, P. Mughus, Abies pectinata;
7. Tannenzapfenöl, Edeltannenöl (mit Templinöl identisch?) wird durch Destillation der Zapfen von Abies peccinata und Picea vulgaris gewonnen. Letztgenannte beide Oelarten werden fast ausschliesslich in Ungarn und Böhmen verwandt.
8. Waldwollöl erhält man bei der Destillation der Fichten- und Kiefernadeln.

Ueber das bei der Holzdestillation als Nebenprodukt abfallende Theeröl, Pechöl, Kienöl etc. s. bei Holz.

Eigenschaften. Die ätherischen Oele sind in reinem Zustand farblos, machen auf Papier einen allmählich verschwindenden Fettfleck und besitzen einen eigenthümlichen Geruch. Viele scheiden bei niederer Temperatur einen Bestandtheil (Stearopten) ab, während der Rest (Eläopten) flüssig bleibt. Manche erstarren bei Abkühlung sehr leicht (Anisöl, Rosenöl), während andere bei sehr niederer Temperatur flüssig werden. Sie sieden bei hoher Temperatur. In Wasser lösen sie sich nicht, in absolutem Alkohol, in Aether, Schwefelkohlenstoff, Benzin etc. mit verschiedenartiger Leichtigkeit.

Die Zusammensetzung der ätherischen Oele ist erst in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Gladstone, Brühl u. A., besonders von Wallach, aufgeklärt worden.

Einheitlich zusammengesetzte Oele existiren nur selten, meist liegen Mischungen, hauptsächlich von Kohlenwasserstoffen — Terpenen — mit alkohol-(phenol-)artigen Verbindungen, Aldehyden, Säuren, Ketonen, vor, die zuweilen noch stickstoff- und schwefelhaltige Gruppen etc. enthalten.

Die Terpene theilt man in folgende Gruppen:

1. Hemiterpene oder Pentene C_5H_8.
   Isopren und Valerylen. Durch Polymerisation entsteht vermuthlich derselbe Kohlenwasserstoff.
   Cinen $C_{10}H_{16}$.
2. Eigentliche Terpene $C_{10}H_{16}$.
   a) Pinengruppe. Von den Pinusarten stammend; sieden um 160°; addiren Brom und Salzsäure. Gehen durch Hitze und Säuren in andere Terpene über.
   Terebenten, Australen (aus Terpentinöl).
   b) Kamphengruppe. Schmelzen nahe 50°; sieden unter 160°.
   c) Limonengruppe. Von den Limonen stammend: sieden bei 175 bis 177°; addiren Brom und Salzsäure. Gehen beim Erhitzen in Dipenten über.
   Hesperiden, Citren, Carven etc.

d) Dipentengruppe. Vom Penten abstammend; sieden bei 180 bis 182°; addiren Brom und Salzsäure. Polymerisation findet beim Erhitzen statt.

Diisopren, Cinen, Cajeputen, Kautschin, Isoterebenten etc.

3. Polyterpene $(C_5H_8)x$.

Theils vorgebildet, theils aus 1 und 2 entstehend.

a) Sesquiterpene $C_{15}H_{24}$ sieden bei 250 bis 260°.

Cadinen, Cubeben etc.

b) Diterpene oder Tetraterpene $C_{20}H_{32}$ sieden über 300°.

Kolophen.

c) Polyterpene $(C_{10}H_{16})x$.

Kautschuk.

Die sauerstoffhaltigen Verbindungen, die sich in ätherischen Oelen befinden, sind:

a) Alkohole:

Methylalkohol, Octylalkohol im Heracleumöl; Borneol (Bornylalkohol, Borneocamphor) im Borneocamphoröl etc; Menthol (Menthylalkohol, Pfeffermünzcamphor) im Pfeffermünzöl, Thymol im Thymianöl; Carvakrol im Kümmelöl u. a.

b) Aether:

Anethol (Allylphenolmethyläther) im Fenchel-, Anisöl etc.; Eugenol im Nelkenöl u. a.

c) Ketone:

Kampfer (Chinesischer Kampfer, Japankampfer), Carvol in Kümmelöl u.a.

d) Aldehyde:

Benzaldehyd im Bittermandelöl, Zimmtaldehyd im Zimmtöl u. a.

e) Säuren:

Valeriansäure im Baldrianöl, Benzoësäure im Perubalsam u. a.

Von den stickstoff- und schwefelhaltigen Bestandtheilen seien folgende erwähnt:

Benzonitril, Phenylacetonitril im Kapuzinerkressenöl;
Allylthiokarbimid (C_4H_5NS), Allylsenföl im Senföl.

Betreffs der Glykoside sei auf den Abschnitt Bittermandel- und Senföl verwiesen.

Die wichtigsten Eigenschaften der Oele sind in den folgenden Tabellen (nach dem Bericht von Schimmel & Co., Leipzig, u. Bornemann) zusammengefasst, die auch die technischen Ausbeuten enthalten. Was die Bestimmung der physikalischen und chemischen Eigenschaften betrifft, vergl. den Abschnitt Analyse.

Nr.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	Oelausbeute aus 100 kg Rohmaterial kg	Spezifisches Gewicht bei 15°	Siedepunkt (Grad)	Jodzahl	Kaliabsorption %	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
1	Angelicaöl	Archangelica officinalis	1–1,2	0,850–0,905	211 bis	—		Phellandren	Opt. Dreh. +11°12′
	Früchte	Umbellifere	0,35–1,0	0,855 bis	263	—	—		bis 11°15′.
	Wurzel, trockene		0,25–0,35	0,905	—	—	—		Opt. Dreh. +26°15′
	frische		0,1	0,910 bei 20°	—	—	—	Phellandren	bis 30°7′.
	japanische¹)	Angelica anomala Umbellifere							¹) Erstarrt bei 0° butterartig. Enthält eine bei 62 bis 63° schmelzende Fettsäure. Siedet zwischen 170 und 300°.
2	Anisöl	Pimpinella Anisum							
	Früchte, ital. Bologna	Umbellifere	3,5						
	Puglieser		2,7–3						
	syrische		2–3						
	Saloniki		2,2						
	ostpreuss.		2,4						Opt. Dreh. sehr schwach
	mährische		2,4–3,2	0,980 bis 0,990	222 bis 228	186 bis 274	0,25 bis 0,38	Anethol	nach links. Erstarrungspunkt +14 bis 19°.
	thüringische		2,4						
	russische		2,4–3,2						
	spanische		3,0						
	chilenische		1,9–2,6						
	mexikan.		1,9–2,1						
3	Anisrindenöl	Unbekannt						Paramethoxylallyl-¹)	
	Rinde		3,5	0,969	—	—	—	benzol, Anethol	
4	Arnicaöl	Arnica montana			214 bis				Erstarrt in der Kälte
	Blüthen	Composite	0,04–0,07	0,905	263	—	—		
	Wurzel		0,5–1,0	0,990–1,0	—	—	—	Isobuttersäure-Phlorolester (20%). Thymohydrochinondimethyläther (80%)	
5	Blüthen u. junge Triebe	[illegible]							¹) Siedet zwischen 180

	Gummiharz . .	Umbellifere	[illegible]	[illegible]				[illegible] Körper ($C_{10}H_{16}O$).	
7	Asarumöl (Haselwurzöl) Wurzel mit Kraut .	Asarum Europaeum Aristolochiacee	1,0	1,046–1,068	—			Pinen, Asaron, Eugenolmethyläther	
8	Baldrianöl . . . . . Wurzel, holländische thüringische	Valeriana officinalis Valerianacee	1,0 0,5—0,9	0,94—0,95	120 bis 400	—	—	Pinen, Borneol, Bornylformiat, -acetat, Bornylisovalerianat	
	Baldrianöl, japan. . . (Kessoöl) . . . . Wurzel . .	Valeriana officinalis var. angustifolia Valerianacee	6—6,5	0,996	—	—	—	Pinen, Dipenten, Terpin, Borneol, Bornylacetat, -isovalerianat, Kressylacetat	
9	Basilicumöl . . . . . Kraut, deutsch., frisch Réunion [1]) . .	Ocymum Basilicum Labiate	0,02—0,04 —	0,918–0,928 0,946–0,967	—	—	—		[1]) Opt. Dreh. + 16
10	Bayöl . . . . . Blätter	Myrcia acris Myrtacee	2,3—2,5	0,975—0,990	160 bis 250	—	—	Pinen, Dipenten (?) (60 bis 70%), Eugenol (30 bis 40%), Eugenolmethyläther	
11	Bergamottöl . . . . Frische Fruchtschalen	Citrus Bergamia v. vulg. Aurantiacee	—	0,883–0,886	165 bis 190	248 bis 284	8,78 bis 11,43	Limonen, Dipenten, Linalool, Linalylacetat	Opt. Dreh. + 9 bis 15 Gehalt an Linalylacetat ca. 38 %
12	Betelöl . . . . . . Blätter, trock., Bangk. [1]) trocken, Bangkok [2]) frische, Manila . . frische, Java [3]) . .	Piper Betle Piperacee	0,62 0,9 — —	— 1,034 1,044 0,958	200 bis 275 173 bis 265	—	—	Betelphenol, Cadin Betelolenth. manchmal ausser diesen Bestandtheiln. Para-oxyallylphenol (Chavicol)	[1]) Die Blätter waren auf heissen Steinen getrock. [2]) Die Blätter war. in der Sonne getrocknet. [3]) Opt. Dreh. + 2 52'
13	Bittermandelöl . . . Samen .	Amygdalus communis var. amara Prunus armeniaca Prunus persica Amygdalaceen	0,5—0,7 0,6—0,1	1,045 bis 1,060	180	—	—	Benzaldehyd (76%), Blausäure	Enthält bei regelrechter Darstell. im Durchschn. 1,5 bis 4% Blausäure
14	Calmusöl . . . . Wurzel, deutsche, trocken [1]) deutsche, trocken [2]) japanische . . .	Acorus calamus Aracee	1,5—3,5 0,8 5	0,960—0,980 0,960–0,970 0,985—1,00	— — —	—	—		[1]) Opt. Dreh. + 15 bis 21° [2]) Opt. Dreh. + 20 bis 31°

Nr.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	Oelausbeute aus 100 kg Rohmaterial kg	Spezifisches Gewicht bei 15°	Siedepunkt (Grad)	Jodzahl	Kaliabsorption	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
15	Cardamomenöl	Elettaria cardamomum Zingiberaceae							
	Samen, Ceylon		2,5—6	0,895–0,905	—	—	—	Terpinen, Dipenten(?), Terpineol(?)	Opt. Dreh. ca. + 13°
	Madras		4,5—8						
	Siam		4						
	Malabar		4						
16	Cassiaöl	Cinnamomum spec. Lauraceae							Handelswaare enthält mindestens 75 % Zimmtaldehyd.
	Blätter u. Zweigenden		0,6	1,058–1,065	252 bis 255	72 bis 75	9,62 bis 10,17	Zimmtaldehyd (70 bis 90 %), Essigsäurezimmtäther	
	Blätter [1]		0,54	1,056	—	—	—		[1] Zimmtaldeh. geh. 95 % (Eig. Best.)
	Blüthenstiele [2]		1,7	1,046	—	—	—		[2] 92 %
	Zweigenden [3]		0,2	1,045	—	—	—		[3] 90 %
	Rinde [4]		1,2	1,035 bei 20°	—	—	—		[4] 88 %
	Blüthen [5]		1,9	1,026 bei 26°	—	—	—		[5] 85,4 %
17	Cedernblätteröl	Juniperus virginiana Cupressineae							Opt. Dreh. — 8° 15′
	Blätter			0,884			—		
18	Cedernholzöl	Juniperus virginiana Cupressineae			271 bis 285			Cadinen, Cederncampher	Opt. Dreh. — 29 bis 40°
	Holz		2,5–4,5	0,940–0,960					
	Cedernholzöl, Corinto	Unbekannt						—	Opt. Dreh. — 17° 23′
	Holz		2,3	0,906	—				
	Cedernholzöl, Cuba	Unbekannt						Cadinen	Opt. Dreh. + 18° 6′
	Holz		1,75	0,923	—				
	Cedernholzöl, La Plata	Unbekannt						—	Opt. inaktiv, Farbe hellblau
	Holz		0,59	0,928	—				
	Cedernholzöl, Punta-Ar.	Unbekannt						Cadinen	Opt. Dreh. — 5° 53′
	Holz		3	0,915	—		—		
	Cedernholzöl, Libanon	Cedrus libanotica Cupressineae						—	Opt. Dreh. — 10° 58′
	Holz		2,9	0,985	—	—	—		
19	Chamillenöl, deutsch	Matricaria chamomilla Compositae			105 bis 300				
	Blüthenstände					—			
	deutsche		0,13–0,24	0,930–0,945					
	ungarische		0,13–0,3						
	russische		0,15		—	—	—		

Chamillenöl, römisches Blüthenstände	Anthemis nobilis Compositae		0,905–0,915	160 bis 210			Isobuttersäure, Isobutylester, Angelicasäure-Isobutylester, Tiglinsäure-Amylester, Angelicasäure-Amylester, Tiglinsäure-Hexylester, Angelicasäure-Hexylester, Anthemol	
20 Citronellol Gras, frisches trockenes [1]	Andropogon spec. Gramineae	— 1	0,895–0,910 0,895	177 bis 250	320 bis 323	1,44 bis 1,49	Camphen, Citronellon, Geraniol	Eigenes Destillat
21 Citronellfruchtöl Früchte	Tetranthera citrata Lauraceae	3–5	0,894				Citral	Eigenes Destillat, Hr. Kanlt., Java
22 Citronenöl Frische Fruchtschalen	Citrus Limonum Aurantiaceae	—	0,857–0,860				Pinen, Limonen, Citral (7,5%)	Opt. Dreh. + 60 bis 64°
23 Copaivabalsamöl Balsam	Copaivera spec. Caesalpiniaceae	40–80	0,900–0,910				Caryophyllen	Linksdrehend
24 Corianderöl Früchte, thüringische mährische russische holländische italienische französische marokkan. ostindische	Coriandrum sativum Umbelliferae	0,6–0,8 0,8 0,8–1 0,6 0,5 0,4 0,2–0,3 0,2	0,874–0,882	150 bis 200			Pinen, Linalool	Opt. Dreh. + 11 bis 13°
25 Edeltannenöl Blätter Junge Zapfen	Abies pectinata Abietineae		0,87–0,88 0,850–0,865				Pinen, Limonen, Bornylacetat, Cadinen Pinen, Limonen	Opt. Dreh. — 20 bis 50° Opt. Dreh. — 55 bis 80°
26 Estragonöl Kraut, trockenes	Artemisia Dracunculus Compositae	0,25–0,55	0,92–0,96				Paramethoxyallylbenzol	Schwach rechtsdrehend

Nr.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	Oelausbeute aus 100 kg Rohmaterial kg	Spezifisches Gewicht bei 15°	Siedepunkt Grad	Jodzahl	Kaliabsorption	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
27	Eucalyptusöl . . Blätter, trockene	Backhausia citriodora Myrtacee	1,1	0,900	223 bis 233			Citral	
	Eucalyptusöl . . Blätter . .	Eucalyptus amygdalina Myrtacee	—	0,86—0,89	159 bis 250	—		Phelandren, Cineol (50 bis 70%)	Opt. Dreh. — 27 bis 68°
	Eucalyptusöl . . Blätter .	Eucalyptus Bayleyana Myrtacee		0,940	160 bis 185			Cineol (50 bis 70%)	
	Eucalyptusöl Blätter . .	Eucalyptus citriodora Myrtacee	—	0,870	—	—	—	—	Optisch inaktiv
	Eucalyptusöl Blätter, trockene frische	Eucalyptus dealbata Myrtacee	2,7 —	0,946 0,885	206 bis 216			—	
	Eucalyptusöl Blätter, trockene	Eucalyptus globulus Myrtacee	1,6—3	0,91—0,93	170 bis 190	62 bis 111	0,36 bis 0,52	Valeraldehyd, Butyraldehyd, Capronaldehyd, Pinen, Cyneol	Opt. Dreh. + 1 bis 20°
	Eucalyptusöl Blätter .	Eucalyptus Haemastoma Myrtaceen		0,890	170 bis 250			Cineol, Menthon(?), Cuminaldehyd	
	Eucalyptusöl Blätter .	Eucalyptus macalata Myrtacee		0,90	210 bis 220			Citronellon, Geraniol	
	Eucalyptusöl . . Blätter, trockene	Eucalyptus maculata var. citriodora Myrtacee	2,2	0,87—0,905	209 bis 220			Citronellon, Geraniol	
	Eucalyptusöl Blätter .	Eucalyptus microcorys Myrtacee		0,935	160 bis 200	—	—	Cineol	
	Eucalyptusöl Blätter . .	Eucalyptus odorata Myrtacee		0,907	—	—	—	Cineol, Cuminol	
	Eucalyptusöl Blätter .	Eucalyptus oleosa Myrtacee	—	0,915—0,925	—	—		Cineol, Cuminol	Opt. Dreh. + 3 u. 5°
	Eucalyptusöl . Blätter .	Eucalyptus rostrata Myrtacee	—	0,924	—	—	—	Valeraldehyd, Cineol	Opt. Dreh. + 1°58'
	Eucalyptusöl Blätter . . .	Eucalyptus Staigeriana Myrtacee	3,7	0,880	223 bis 233			Citral	
28	Feldthymianöl . . Kraut, trockenes .	Thymus Serpyllum Labiatae	0,15—0,3	0,917				Thymol, Carvacrol	Opt. Dreh. — 10°20'

29 Fenchelöl	Foeniculum vulgare Umbellifere							
Früchte,								
sächsische		4,1—5,5	0,965—0,975	—	—	—	Pinen, Phellandren, Dipenten, Fenchon, Anethol [illegible] bekannten Fenchelöle [illegible] Bestandtheile gleichmässig vorhanden. Einzelne Oele enthalten z. B. keine Phellandren, wieder andere kein Fenchon, einzelne endlich kein Anethol	Opt. Drehungsvermögen schwankt zwischen + 7 u. 22°
mährische		4	0,965—0,975	—	—	—		
galizische		4,5—6	0,960—0,970	—	—	—		
rumänische		4,6	0,965—0,975	190 bis 225	—	—		
makedonische		3,4—3,8	0,97—0,975		—	—		
syrische, Damaskus		1,6	0,972	—	—	—		
kleinasiat., Aleppo		0,75	0,987	—	—	—		
mailändische		1,2	0,957					
japanische		—	0,976					
französische, süsse		2,5	0,976					
bittere		4,3	0,951					
spanische			0,920					
indische	Foeniculum Pannorium	1,2	0,973					
sizilianische	Foeniculum piperitum	2,9	0,951					
30 Fichtennadelöl	Picea vulgaris Abietinee	0,15	0,888				Pinen, Phellandren, Dipenten, Bornylacetat, Cadinen	Opt. Dreh. [illegible]
31 Geraniumöl				210 bis 240				
Kraut, deutsch, frisch[1]	Geranium roseum	0,18	0,906					[1] Opt. Dreh. [illegible]
französisches[2]	Geranium species Geraniacee	—	0,894—0,899	—	—	—	Geraniol	[2] Opt. Dreh. [illegible] 12
Algier[3]		—	0,890—0,898					[3] Opt. Dreh. [illegible]
Réunion[4]		—	0,886—0,895	—	—	—		[4] Opt. Dreh. [illegible] 11°
Geraniumöl	Andropogon spec.						Geraniol	
Gras, indisches	Graminee	—	0,890—0,90	—	—	—		[illegible] oder [illegible]
32 Hemlocktannenöl	Abies canadensis Abietinee	—	0,907	—	—	—	Pinen, Bornylacetat, Cadinen	Opt. Dreh. [illegible]
33 Hopfenöl	Humulus lupulus			125 bis 235				
Blüthen	Cannabinee	0,3—1	0,855—0,880				—	
34 Wurzel	Zingiber officinale						Camphen, Phellandren	Opt. Dreh. [illegible]
Ingweröl	Zingiberacee	1,9—2,7	0,880—0,885	—				
35 Kampferöl	Laurus Camphora Lauracee						Pinen, Phellandren, Cineol, Terpineol ?, Safrol, Eugenol, Cadinen	
Holz und Wurzel		4	0,94—0,97	—				
Blätter		1,8						

Nr.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	Oelausbeute aus 100 kg Rohmaterial kg	Specifisches Gewicht bei 15°	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
36	Kiefernadelöl	Pinus silvestris Abietineae							
	Blätter, deutsche¹)		0,45	0,88[illegible]				α-Pinen, Silvestren, Bornylacetat, Cadinen	¹) Opt. Dreh. + 10°
	schwed.²)		—	0,872			—	α-Pinen, Silvestren, Bornylacetat	²) Opt. Dreh. + 10° 40'
37	Knoblauchöl	Allium sativum Liliaceae						Allylsulfid	Optisch inaktiv
	Zwiebel und Kraut		0,05–0,09	1,053		—	—		
38	Krauseminzöl	Mentha crispa Labiatae	1,1	0,92–0,94	200 bis 230	—	—	Carvol (55 bis 60%)	
39	Kümmelöl	Carum Carvi Umbelliferae			193 bis 198	258 bis 293	0,15 bis 0,53		
	Früchte, holländ. kult.		3–6,5	—					
	holländ., bei Leipzig angebaute		4–4,5						
	deutsche, kultiv.		3,5–5						
	ostpreuss., kultiv.		5–5,5						
	bayerische, wilde		6,5–7						
	württembg., wilde		5,5–6						
	tyroler, wilde		6,5						
	ostfriesische, wilde		5,5–6					Limonen (35 bis 55%), Carvol (45 bis 65%)	Opt. Dreh. + 75 bis 85°
	steiermärkische		6	0,905–0,91[illegible]					
	galizische		4,5						
	mährische		4						
	norwegische, wilde		5–6,5						
	schwedische, wilde		4–6,5						
	finnische, wilde		5–6						
	russische, wilde		3,2–3,6						
	hessische, wilde		6–7						
	römische	Cuminum cyminum Umbelliferae	—	—	—	—	—	Cuminol (77%), Cymol (23%)	
40	Latschenkiefernöl	Pinus pumilio Abietineae						Pinen, Phellandren, Silvestren, Bornylacetat, Cadinen	Opt. Dreh. — 5 bis 10°, Gehalt an Bornylacetat ca. 5 bis 9%
	Nadeln		—	0,865–0,870	—				

41	Lavendelöl	Lavandula vera			[illegible]	[illegible] bis	0,52 bis	Linalool, Linalyl-	Opt. Dreh. [illegible] 4 bis 5
	Blüthen, franz., trock.	Labiate	1,2	0,880–0,890	192	288	9,20	acetat, Geraniol	Gehalt an Linalyl-
	deutsche, trock.		2,8					¹) Cineol, Linalyl-	acetat 30 bis 40 %
	engl. (Mitch.) [1]							acetat	¹) Gehalt an Linalyl-
	Blüthen	Lav. dentata Labiate		0,942	18–24	—		Cineol	acetat 5 bis 10 %
	Blüthen	Lav. Stoechas Labiate		0,926	17[illegible]	—		Cineol	
42	Linaloeöl	Unbekannt						Linalool	Links oder rechts-
	Holz		1,1–1,2	0,875–0,890	198				drehend
43	Lorbeeröl	Laurus nobilis							
	Blätter	Lauracee	0,8–2,5	0,924	158	—		Pinen, Cineol	
	Beeren		0,8	0,925	170 bis	—	—		
	Lorbeeröl, kaliforn.	Oreodaphne californica			250			Cineol	
	Blätter	Lauracee		0,947	—	—	—		
44	Macisöl	Myristica officinalis			175 bis			Pinen, Myristicin	Opt. Dreh. + 10°
	Samenmantel	Myristicacee	1–15	0,91–0,93	200			(22 %)	
45	Menthaöl	Mentha aquatica							Opt. Dreh. 2° 14'
	Kraut	Labiate	0,34	0,980					
	Kraut	Mentha arvens. Labiate	0,22	0,857					Opt. Dreh. 2° 44'
	Kraut	Mentha canadensis Labiate	1,23	0,943					In Nordamerika Wild Mint genannt
46	Moschuskörneröl	Hibiscus Abelmoschus Malvacee	0,1–0,25	0,900–0,905 bei 25°			—		Bei gewöhnlicher Temperatur erstarrt
47	Moschuswurzelöl	Ferula Sumbul							
	Wurzel	Umbellifere	0,18–0,38	0,954					
48	Muskatnussöl	Myristica officinalis							
	Früchte	Myristicacee	8–10	0,865–0,92	—	—	—	Pinen, Myristicin	
49	Myrrhenöl	Balsamodendron Myrrha Burseracee	2,5–6,5	0,990–1,010		—	—	—	
50	Nelkenöl	Caryophyllus aromatic.				155 bis	2,35 bis		
	Blüthenknosp., Amboina	Myrtacee	19–20	1,060–1,070	247	180	2,48	Eugenol (90 %), Caryophyllen	Schwach linksdrehend
	Bourbon		19–20						
	Madagask.		18						
	Zanzibar		16–17						
	Blüthenstiele		5,5–6	1,055–1,065					

No.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	[illegible] aus 100 kg [illegible] kg	Spezifisches Gewicht bei 15°	Siedepunkt Grad	[illegible]	Kält[illegible]	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
51	Opoponaxöl . . . Harz . . .	Opoponax Chironum Umbelliferae	[illegible]	[illegible]					
52	Orangenblüthenöl, bitt. Blüthen . . .	Citrus Bigaradia Aurantiaceae	0,1	0,881–0,8[illegible] 0,8[illegible]–0,8[illegible]					Eigenes Destillat Handelswaare. Opt. Dreh. + 5 bis 10°
53	Orangenblüthenöl, süss. Blüthen . . .	Citrus aurantium Aurantiaceae	0,1	0,8[illegible]					Eigenes Destillat Opt. Dreh. + 16° 8′
54	Patchouliöl . . . Blätter . . .	Pogostemon Patchouli Labiatae	1–4	0,[illegible]–0,9[illegible]	—	—	—	Cadinen, Patchoulialkohol	
55	Petersilienöl . . . Früchte . . . Kraut . . .	Apium graveolens Umbelliferae	[illegible]–6 0,3	1,0[illegible] —	— —	— —		Pinen, Apiol	
56	Petitgrainöl . . . Blätter und unreife Früchte . . .	Citrus Bigaradia Aurantiaceae	—	0,8[illegible]				Linalool, Linalylacetat	
57	Pfefferöl aus schwarzem Pfeffer . . . Früchte . . .	Piper nigrum Piperaceae	1,[illegible]–[illegible]	0,8[illegible]–0,90[illegible]	[illegible] bis 300			Phellandren, Cadinen	
	Pfefferöl aus lang. Pfeffer. Früchte . . .	Piper longum Piperaceae	1	0,861					
	Pfefferöl aus japanischem Pfeffer . . . Früchte . . .	Xanthoxylum piper. Piperaceae	3	0,873	160 bis 225			Citral	
58	Pfeffermünzöl . . . Kraut, deutsch., frisch. trockenes	Mentha piperita Labiatae	0,1–0,25 0,7	0,895–0,920	—	—	—		
	Mitcham . . .		—	0,905–0,91		—		Menthen (45 bis	
	amerikanisch		—	0,91–0,92	—	—	—	80%), Limonen,	

	japanisches .			0,890—0,91				[illegible]	
	russisches .			0,903				[illegible], Menthon	
	italienisches .			0,917					
	französisches .			0,92					
	norwegisches .			0,908					
59	Pomeranzenöl, bitter . Frische Fruchtschalen	Citrus Bigaradia Aurantiacee		0,848—0,854				Limonen	Opt. Dreh. ca. + 95°
60	Pomeranzenöl, süss . . Frische Fruchtschalen	Citrus Aurantium Aurantiacee	—	0,848—0,854	—	—	—	Limonen	Opt. Dreh. + [illegible]
61	Rainfarnöl	Tanacetum vulgare						Thujon	
	Kraut, trockenes . .	Composite	0,15—0,25	0,954	—				
	frisches . . .		—	0,915—0,930	—	—			
62	Resedaöl . . . . . . Blüthen	Reseda odorata Resedacee	0,002						Bei gewöhnlicher Temperatur fest
63	Rosenöl	Rosa damascena						Rhodinol, Paraffine	
	Blüthen, deutsche . türkische	Rosacee	0,02	0,855-0,865 bei 20°	229				
64	Rosmarinöl	Rosmarinus officinalis			150 bis 260	142 bis 162	0,78 bis 0,88	Pinen, Cineol, Borneol, Campher	Rechtsdrehend
	Blühend Kraut, frisch.	Labiate		0,90—0,91					
	Trockenes, italien. .		1,4	0,912					
	französ. .	Juniperus Sabina	2,0	0,914					
	Blüthen, franz., trock.	Cupressinee	1,4	0,920	-				
65	Sadebaumöl . . . . Blätter . . .	Salvia officinalis Labiate	2,5—4,5	0,905—0,930				Pinen, Cadinen	Opt. Dreh. + 40 bis 50°
66	Salbeiöl	Salvia sclarea						Pinen, Cineol, Thujon	
	Blätter, deutsche . .	Labiate	1,4	0,915-0,925					
	italienische .		1,3—2						
	Salbeiöl (Muskateller) . Blätter		0,15						
67	Sandelholzöl	Santalum album							Opt. Dreh. — 17 bis 20°
	Holz, ostindisches Macassar .	Santalacee	3—5 1,6—3	0,975-0,980	210 bis 340				

Nr.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	Oelausbeute aus 100 kg Rohmaterial kg	Spezifisches Gewicht bei 15°	Siedepunkt Grad	Jodzahl	Kaliabsorption %	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
67	Sandelholzöl, austr. Holz	Santalum Preissi Santalaceae	5,0	1,022					Bei gewöhnlicher Temperatur fest. Opt. Dreh. + 5° 20′
	Sandelholzöl, austral. (Swan river) Holz	Santalum cygnorum Santalaceae		0,953					
	Sandelholzöl, westind. Holz	Unbekannt	1,6–3	0,963–0,967					Opt. Dreh. ca. + 26°
	Sandelholzöl, afrikan. Holz	Unbekannt	3,0	0,969	—				
68	Schwarzkümmelöl Samen	Nigella damascena Ranunculaceae	0,4	0,890				Damascenin	
69	Sellerieöl Früchte	Apium graveolens Umbellifere	2,5–3,5	0,880–0,890	—	—	—	Limonen	Opt. Dreh. + 67° 4′
70	Senföl Samen, russische / holländische / italienische / ostindische / deutsche	Sinapis nigra Crucifere	0,5–0,4 / 0,7–0,8 / 0,6–0,7 / 0,6–0,7 / 0,7	1,02–1,032	148	—		Allylsenföl, Spuren von Schwefelkohlenstoff	
71	Spanisch-Hopfenöl Blühend Kraut, trock.	Origanum spec. Labiate	1,7–3,3	0,96–0,98				Carvacrol	
72	Sternanisöl, chinesisches Früchte	Illicium anisatum Magnoliacee	5,0	0,980–0,990	—	—	—	Pinen, Phellandren, Anethol, Safrol, Hydrochinonäthyläther	Erstarrungspunkt + 12 bis 18°
	Sternanisöl, japanisches Früchte	Illicium religiosum Magnoliacee	1,0	0,984–0,994				Safrol	
73	Storaxöl Balsam	Liquidambar orient. Hamamalidacee	0,3–0,7	0,89–0,90		-		Styrol	Opt. Dreh. — 15°

74 Terpentinöl	Pinus spec.			159 bis				
Terpentin, amerik.[1])	Abietinee		0,855–0,876	161			Pinen	[1]) Rechtsdrehend
französ.[2])			0,555–0,876	156 bis				[2]) Linksdrehend
polnischer			—	161				
(russ. Kien-				168 bis			Pinen, Dipenten,	
öl[3])		—	0,865	180			Silvestren	[3]) Rechtsdrehend
schwed.[4])			0,87	—	—		Pinen, Silvestren	[4]) Rechtsdrehend
venetian.		13	0,875	—	—		Pinen	
deutsch.[5])			0,866				Pinen	[5]) Rechtsdrehend
75 Thymianöl	Thymus vulgaris							
Kraut, deutsches,	Labiate			170 bis	168 bis	1,09 bis		
frisches		0,3–0,4	0,925–0,935	180	181	1,91	Thymol (Cymol, Bornylester)	
trockenes		1,7	0,909			—		
französisches,								
frisches		0,9	0,934			—	Carvacrol	
(in Sachsen gebautes)			—			—		
französisches, trockenes		2,5–2,6	0,900–0,918				Thymol	
spanisches			0,925–0,950	—			Carvacrol	
Thymianöl	Thymus camphoratus						Carvacrol	
Kraut	Labiate	—	0,904					
Thymianöl	Thymus capitatus						Pinen, Cymol, Dipenten, Bornylacetat, Thymol, Carvacrol (?)	
Kraut	Labiate	—	0,901		—			
76 Tolubalsamöl	Myroxylon Toluifera							
Balsam	Papilionacee	1,2–2,0	0,935–0,975			—	Ester der Zimmtsäure, Benzoësäure	
77 Wachholderbeeröl	Juniperus communis							
Früchte, bayrische	Cupressinee	1,2	0,865–0,885	171 bis 181	—		Pinen, Cadinen	
italienische		0,8–1						
ostpreuss.		0,6						
polnische		0,9						
thüringische		0,7						
ungarische		0,8–1						
78 Weihrauchöl	Boswellia spec.						Pinen, Phellandren, Dipenten	Opt. Dreh. 11° 35'
Harz	Burseracee	4,5–7	0,875–0,885					

Nr.	Name des Oeles und Pflanzentheil, aus dem es gewonnen wird	Botanische Abstammung	Oelausbeute aus 100 kg Rohmaterial kg	Spezifisches Gewicht bei 15°	Siedepunkt (°C)	Jodzahl	Kaliabsorption	Bekannte Bestandtheile des Oeles	Bemerkungen
79	Wermuthöl Blätter	Artemisia Absinthium Compositae	0,2—0,4	0,925—0,950		—	—	Terpene	
80	Wintergrünöl Blätter	Gaultheria procumbens Ericaceae	0,75	1,177	—		—	Salicylsäuremethylester	Opt. Dreh. — 0° 12'
	Wintergrünöl Rinde	Betula lenta Betulaceae	0,6	1,180			—	Salicylsäuremethylester	Optisch inaktiv
81	Wurmsamenöl Baltimore Früchte	Chenopod. anthelminthic. Chenopodiaceae	—	0,970—0,97[illegible]			—	—	Opt. Dreh. — 5 bis 7°
82	Ylang-Ylangöl Blüthen	Anona odoratissima Anonaceae		0,940—0,95[illegible]				Benzoesäureester	Opt. Dreh. — 45 bis 60°
83	Zimmtöl, Ceylon Rinde[1] Blätter[2]	Cinnamomum ceylanicum Lauraceae	0,5—1 1,8	1,025—1,03[illegible] 1,044—1,060				[1] Phellandren, Zimmtaldehyd, Eugenol [2] Eugenol, Safrol, Zimmtaldehyd	
	Zimmtöl, weiss Rinde	Canella alba Lauraceae	1,0	0,922				Cineol, Eugenol	
	Zimmtöl	Cinnamomum Wigthii Lauraceae	0,3	1,010	—		—		
84	Zittwersamenöl Blüthenknospen	Artemisia maritima Compositae	0,3	0,93	—	—	—	Cineol, Dipenten	
85	Zittwerwurzelöl Wurzel	Curcuma Zedoaria Zingiberaceae	1,1—1,8	0,942				Cineol	
86	Zwiebelöl Kraut u. Zwiebel, frisch	Allium cepa Liliaceae	0,004	1,040				$C_6H_{12}S_2$	Opt. Dreh. — 5°

Untersuchung. Da die Natur nicht die einzelnen charakteristischen Bestandtheile der verschiedenen ätherischen Oele studirt und da immer die Grenzen nur unvollkommen festgestellt sind, innerhalb deren die quantitative Zusammensetzung der Oele schwankt, so mangelt es zur Zeit an einer wirklich zuverlässigen Prüfungsmethode (Wallach, Pharm. Ztg. 1888. 690). Besondere Schwierigkeiten bietet die Thatsache, dass beim Lagern der Oele Veränderungen eintreten. Wie auch bei den fetten Oelen kann daher meist nur durch Berücksichtigung der Gesammtheit der physikalischen und chemischen Eigenschaften die Reinheit des Oeles festgestellt werden.

Um ein Bild der qualitativen Untersuchung der Oele zu geben, lassen wir ein Schema folgen, wie es von Planchon (Bornemann S. 155) vorgeschlagen ist.

I. Das Oel ist leichter als Wasser:

A. Feste Substanz vom Schmelzpunkt 175° . . . Camphor.

B. Das Oel scheidet bei gewöhnlicher Temperatur Stearopten ab:

1. Linksdrehend: Das Stearopten schmilzt bei 25°. In Schwefelsäure löslich . . . . Rosenöl.
2. Inaktiv: Das Stearopten schmilzt bei 10°. Bildet mit Schwefelsäure zwei Schichten, von denen nur eine flüssig ist . . . . Anisöl.
3. Rechtsdrehend: Das Stearopten schmilzt bei 5°. Giebt mit Schwefelsäure eine fast klare Lösung . Fenchelöl.

C. Das Oel ist über 0° flüssig:

1. Entwickelt mit Jod unter Explosion violette Dämpfe:
   a) An der Luft leicht verharzend; in Alkohol ziemlich schwer löslich . . . . Koniferenöle.
   b) Nur langsam verharzend:
      α) Rechtsdrehend:
         flüssig, löst Sandelholzroth . . . . . . Aurantiaceenöle.
         dickflüssig, löst Sandelholz nicht . . . . Macisöl.
      β) Linksdrehend:
         saure Reaktion, in 1 Vol. Alkohol löslich . Lavendelöl.
         neutrale Reaktion, in 12 bis 15 Vol. Alkohol löslich . . . . Origanumöl.
2. Erwärmt sich mit Jod, gibt mitunter rothe Dämpfe ab:
   a) Saure Reaktion:
      α) blau oder grün . . . . Schafgarbenöl.
      β) farblos oder braun:
         Linksdrehend, giebt mit Schwefelsäure eine trübe Lösung . . . . Majoranöl.
         Inaktiv, eigenthümlicher Geruch, wird mit Schwefelsäure schwach getrübt, mit Salpetersäure rothviolett . . . . Baldrianöl.
   b) Neutrale Reaktion:
      α) In Alkohol schwer löslich . . . . Salbeiöl.
      β) In Alkohol leicht löslich:
         Rechtsdrehend:
            farblos oder gelblich, an der Luft verharzend, löst und reduzirt Fuchsin . . Kümmelöl.
            braungelb bis braunroth, dickflüssig . . Kalmusöl.
         Linksdrehend:
            flüssig, durchdringender Geruch . . . Rosmarinöl.
            dickflüssig, gewürziger Geruch . . . . Cubebenöl.
3. Jod löst sich ohne merkliche Reaktion:
   a) Das Oel ist blau oder grün:
      α) blau, campherartiger Geruch . . . . . . Chamillenöl.
      β) grün, rechtsdrehend, an der Luft verharzend Wermuthöl.
      γ) grün, inaktiv . . . . Cajeputöl.
   b) das Oel ist farblos oder gelbbraun:
      α) scheidet unter 0° Stearopten ab . . . . Rautenöl.

β) ist mehrere Grade unter 0° noch flüssig:

Rechtsdrehend:

Reagirt sauer, wird von Schwefelsäure schwach getrübt. Alkohol macht die Lösung klar . . . . Kümmelöl

Mit Schwefelsäure trübe, hellgelbrothe Mischung, die Alkohol pfirsichblüthfarben macht . . . . Eucalyptusöl.

Linksdrehend:

Saure Reaktion, an der Luft verharzend Pfefferminzöl.

Neutrale Reaktion, camphorartiger Geruch Thymianöl.

II. Das Oel ist schwerer als Wasser:

A. Saure Reaktion:

1. Siedepunkt 180°; löst sich in 30 Thln. Wasser . Bittermandelöl.
2. Von angenehmem Geruch und mildem Geschmack; Siedepunkt 200 bis 222° . . . . Wintergrünöl.

B. Neutrale Reaktion:

1. Linksdrehend: Schwefelsäure färbt es blau . . Nelkenöl.
2. Inaktiv: Dickflüssig; Schwefelsäure färbt es braun, macht es trübe . . . . Zimmtöl.
3. Rechtsdrehend: Dickflüssig; angenehmer Geruch Sassafrasöl.

Den Hauptwerth der Untersuchung wird im Allgemeinen der Analytiker auf Feststellung quantitativer Merkmale legen, da ihm wohl meist die Uebung des Praktikers fehlen wird, aus Geruch und Geschmack seine Schlüsse zu ziehen.

a) Das spezifische Gewicht der Oele wird entsprechend wie bei den fetten Oelen festgestellt, dürfte aber wegen der erheblichen Schwankungen, denen es unterliegt, nur von untergeordnetem Werth sein.

b) Charakteristisch ist vielfach die Bestimmung des Lichtbrechungskoëffizienten und des optischen Drehungsvermögens. Die wechselnde quantitative Zusammensetzung der Oele, sowie der Gehalt an zufälligen Verunreinigungen beeinflussen diese optischen Konstanten indessen derart, dass sie als zur alleinigen Kennzeichnung ausreichend nicht betrachtet werden können; in Verbindung mit anderen Reaktionen sind sie dagegen von Werth.

c) Als eine weitere wichtige Eigenschaft der Oele ist ihre Löslichkeit in mehr oder weniger starkem Alkohol zu vermerken, die zu einer Klassifizirung geführt hat (Zeller, Mayer). Dietrich (Helfenberger's Ann. 1889) löst 1 g der Oele in 10 g absoluten Alkohol und setzt dann aus einer Pipette tropfenweise so viel Wasser zu, bis dauernde Trübung eintritt.

d) Von chemischen Prüfungsmethoden kommt zunächst die Jodzahl in Betracht, die im Wesentlichen, wie bei den fetten Oelen angegeben, zu bestimmen ist. Aber auch hier sind die festgestellten Zahlen nur dann zu vergleichen, wenn die Versuchsausführung völlig gleichartig ist. Williams (Ch. Z. Rep. **1889**. 307) bestimmte die Jodzahlen bei vierstündiger Einwirkungszeit des Jodes; nach Cripps (l. c. 333) soll das Jod 18 Stunden reagiren, während nach Snow (vergl. auch Schmidt und Erba's Untersuchungen der Harze, M. **1886**. 655) zuweilen die Absorption nach 40 Stunden noch nicht beendet ist. Auch die Temperatur spielt eine erhebliche Rolle. Wie erheblich die bei ungleichartiger Versuchsausführung resultirenden Werthe von einander abweichen können, zeigen folgende Jodzahlen für das Anisöl. Bestimmung von:

Snow	Barenthin	Davies	Williams
121	164	190	186 und 274.

e) Unter Kaliabsorption ist die Anzahl Milligramm KOH zu verstehen, die 1 g Oel bindet; sie wird entsprechend wie die Verseifungszahl der fetten Oele bestimmt. Bei Bergamottöl ist sie am höchsten. Nach Dietrich (l. c.) ist der analytische Werth dieser Bestimmung gering.

f) Benedikt und Grüssner (Ch. Z. **1889**. 872, 1087) bestimmen die Methylzahl, d. h. die Zahl, die angibt, wieviel Milligramm Methyl aus 1 g Oel beim Kochen mit Jodwasserstoff abgespalten (in Jodmethyl verwandelt) wird.

Aus dieser Zahl lässt sich direkt eine Werthbestimmung gewisser Oele ableiten, denn Methylzahl und Gehalt an wirksamer Substanz stehen in folgendem Verhältniss.

	Methylzahl	Gehalt an
Nelkenöl (Schimmel & Co.) .	88,8	97,0% Eugenol.
„ (Hänsel's Patent) .	86,9	94,0 „
Nelkenstielöl	73,8	80,6 „
Zimmtöl (Hänsel's Patent)	6,7	7,3 „
Zimmtblätteröl	73,2	80,0 „
Ceylonzimmtöl	25,7	28,1 „ „
Anisöl	82,8	81,7 „ Anethol.
Sternanisöl	79,8	78,7 „ „
Fenchelöl	65,7	64,8 „ „

Unter Umständen wird sich auch der Apiolgehalt im Petersilienöl entsprechend berechnen lassen.

g) Schliesslich sei noch erwähnt, dass die oben angeführte Säure- und Esterzahl auch zur analytischen Kennzeichnung der ätherischen Oele zu verwerthen ist.

Verwendung und Verfälschung der ätherischen Oele.

Name des Oeles	Verwendung	Verfälschung
Angelikaöl	Liqueurfabrikation.	Terpentinöl (selten).
Anisöl	Parfümerie. Liqueurfabrikation.	Sternanisöl etc.
Arnikaöl	Medizinische Zwecke.	—
Baldrianöl	Medizinische Zwecke.	
Bayöl	Medizinische Zwecke.	
Bergamottöl . . .	Parfümerie. Liqueur- und Seifenfabrikation.	Citronenöl, Spiritus, Mandel-, Pomeranzenschalenöl etc.
Bittermandelöl . .	Parfümerie. Liqueur- und Seifenfabrikation.	Alkohol, künstl. Bittermandelöl, Nitrobenzol ($C_6H_5NO_2$), äther. Oele etc.
Camphoröl	Lösungsmittel für Harze, Kautschuk etc. (Ersatz für Terpentinöl), Seifenfabrikation (zum Parfümiren), Brennöl etc., Saffroldarstellung.	—
Cassiaöl	Parfümerie. Liqueurfabrikation. Medizinische Zwecke.	Harz und Petroleum (sehr häufig).
Cedernholzöl . . .	Parfümerie. Seifenfabrikation. Verschneiden anderer Oele.	Selten.
Chamillenöl . . .	Medizinische Zwecke.	Copaivabalsam, Cedernholzöl, Alkohol etc.
Citronellöl	Seifenfabrikation. Mediz. Zwecke. Verschneiden anderer Oele.	Fettes Oel; oft Petroleum.
Citronenöl	Parfümerie.	Alkohol, Terpentinöl etc.
Corianderöl . . .	Liqueurfabrikation.	Pomeranzenschalöl etc.
Eukalyptusöl . . .	Medizinische Zwecke. Parfümerie.	
Fenchelöl	Liqueurfabrikation. Seifenfabrikation. Medizinische Zwecke.	Terpentinöl, Alkohol.
Geraniumöl . . .	Parfümerie, zumal als Ersatz des Rosenöls.	Grasöle, Copaivabalsam, fette Oele etc.
Hopfenöl	In Lösung als Zusatz zum Bier.	Terpentinöl, Copaivabals.
Krauseminzöl . . .	Parfümerie. Medizinische Zwecke.	Alkohol, Terpentinöl, Sassafrasöl etc. (sehr häufig).
Kümmelöl, römisch	Liqueurfabrikation. Parfümerie. Medizinische Zwecke. Zur Cymoldarstellung.	Terpentinöl, Alkohol etc.

[illegible]	Verwendung	Verfälschung
[illegible]	Parfümerie. Mediz. Zwecke etc.	Spiklavendelöl, Alkohol, Terpentinöl etc.
Linaoloeöl	Parfümerie.	Andere ätherische Oele etc.
Lorbeeröl	Medizinische Zwecke. Liqueur- und Seifenfabrikation.	Terpentinöl.
[illegible]	Parfümerie. Liqueurfabrikation etc.	Alkohol, Petroleum, äther. Oele etc. (sehr häufig).
Nelkenöl	Parfümerie. Medizinische Zwecke etc.	Copaivaöl-; Mandel-, Ricinusöl, Alkohol, Terpentinöl, Rosmarinöl etc.
Pfefferminzöl . . .	Parfümerie. Liqueurfabrikation. Mentholdarstellung.	Spiritus, Terpentinöl, Eukalyptusöl, andere äther. Oele (sehr häufig).
Pomeranzenschalöl .	Medizinische Zwecke. Parfümerie. Liqueurfabrikation etc.	Spiritus, Terpentinöl, andere ätherische Oele.
[illegible]	Parfümerie.	Andropogonöle (Rosia-, Idris-, Ingweröl), Walrath, Geraniumöl und andere äther. Oele (sehr häufig).
Rosmarinöl . . .	Parfümerie. Medizinische Zwecke. Denaturirung von Oelen etc.	Terpentinöl, Spicköl, Petroleum etc.
[illegible]	Medizinische Zwecke.	Alkohol, Schwefelkohlenstoff, Petroleum, Nelkenöl, Rosmarinöl, Copaivabalsam etc.
Sternanisöl . . .	Liqueur- und Seifenfabrikation.	Anisöl.
Terpentinöl . . .	Firnissfabrikation (zum Lösen der Harze). Lösen von Kautschuk. Medizinische Zwecke.	Petroleum, leichte Mineralöle, Theeröl, Pechöl, Harzöl.
Thymianöl	Medizinische Zwecke (Thymol). Parfümerie.	Terpentinöl, Petroleum. Es wird von Thymol befreit.
Wachholderbeeröl .	Liqueurfabrikation. Medizinische Zwecke. Die Rückstände zur [illegible]	Terpentinöl (selten).

Harze und Balsame.

Die Harze sind weiche oder feste Ausscheidungsprodukte des pflanzlichen Organismus, die sich nicht in Wasser, in Alkohol, Aether, ätherischen Oelen etc. mit mehr oder minder grosser Leichtigkeit lösen. In ihrer Zusammensetzung zeigen sie grosse Mannigfaltigkeit. Man unterscheidet: Balsame; echte, eigentliche Harze; Gummiharze; fossile Harze.

Die echten Harze bilden sich an der Luft, zuweilen auch in der Pflanze selbst, aus den Balsamen, meist honigdicken Flüssigkeiten von eigenthümlichem Geruch und Geschmack, welche sich in zahlreichen Pflanzen in Drüsen oder Gängen vorfinden und die sich als Mischungen von Harz und ätherischem Oel auffassen lassen. Die Balsamdrüsen sind vielfach in der ganzen Pflanze verbreitet, befinden sich jedoch meist nahe an der Rinde. Dort sammelt sich zuweilen so viel Flüssigkeit in ihnen an, dass die Oberhaut stark anschwillt und sich Balsambeulen bilden. Die Balsamgänge sind bei Copaïfera derart ausgedehnt, dass sie die ganze Pflanze in oft mehrere Centimeter weiten Kanälen durchziehen.

In welcher Weise sich die Harze bilden, ist nicht sicher festgestellt. Eine gleichartige Entstehung ist ausgeschlossen: theils lassen sie sich als Stoffwechselprodukte (aus Stärke und Cellulose), theils als Oxydationsprodukte auffassen; indessen sind experimentelle Nachweise hierfür noch nicht mit Sicherheit erbracht.

I. Balsame.

a) Acajoubalsam. Das Rohmaterial liefern die Steinfrüchte von Anacardium occidentale, die als westindische Elephantennüsse, Feuerwerksnüsse, Mahagoninüsse in den Handel kommen und in Lücken der mittleren Schicht des Fruchtgehäuses den Balsam enthalten. Man zerkleinert die Früchte, extrahirt sie mit Aether und entfernt aus dem Verdunstungsrückstand vorhandene Gerbsäure durch Waschen mit Wasser. Es hinterbleibt sodann eine dicke Masse, die in der Kälte feine, weisse Krystalle ausscheidet. (Untersuchung des Balsams und Abscheidung von Anacardsäure und Cardolsäure s. Städeler, A. 63. 137; B. 20. 1861.)

Verwendung findet der Balsam oder das reine Cardol als blasenziehendes Mittel und als unauslöschliche Tinte oder Stempelfarbe; auch zum Schwarzfärben von Paraffin etc. ist es empfohlen worden.

b) Copaïvabalsam stammt von südamerikanischen Copaïfera-Arten. Zur Gewinnung schlägt man mit der Axt bis in das Kernholz, worauf bald reichlich Balsam ausfliesst. Man unterscheidet: Brasilianischen Copaïvabalsam; Para-Copaïvabalsam und Westindischen Copaïvabalsam.

Der brasilianische Balsam ist klar, dickflüssig, von schwach gelber Farbe, gewürzhaftem Geruch und bitterem Geschmack; allmählich wird er dickflüssiger und erstarrt schliesslich zu einem geruchlosen Harz.

Parabalsam ist stärker gelb gefärbt, dünnflüssig, nicht völlig in Weingeist löslich.

Der westindische Balsam ist eine sehr dickflüssige, terpentinartig riechende, goldgelbe, trübe Masse.

Das ätherische Oel des Balsams wird durch Destillation mit Wasserdampf gewonnen; das zurückbleibende Harz hinterlässt beim Behandeln mit Steinöl das braune, schmierige β-Harz; in Lösung geht das krystallisirende α-Harz, wesentlich Copaïvasäure $C_{20}H_{30}O_2$.

Von der wechselnden Zusammensetzung der Balsame gibt folgende Tabelle eine Uebersicht:

	[illegible] Balsam	Parabalsam
Spezifisches Gewicht	0,983 bis 0,986	0,916 bis 0,956
Aetherisches Oel	[illegible]	56,5 bis 90 %
[illegible]	[illegible]	10 bis 46 %
[illegible]	1,1 bis 11,1 %	
Feuchtigkeit, Verlust	4,1 bis 7,6 %	—

Verfälscht wird der Balsam vielfach mit fetten und flüchtigen Oelen.

Prüfung. Das „Deutsche Arzneibuch" bevorzugt die dickflüssigeren Sorten vom SG. 0,96 bis 0,99, welche im Wasserbade verdampft, hellbraunes, nach dem Erkalten klares und sprödes Harz hinterlassen. Verdünnt man 1 Thl. Copaïvabalsam mit 20 Thln. Schwefelkohlenstoff und schüttelt die Lösung mit einigen Tropfen eines abgekühlten Gemisches von gleichen Theilen Schwefelsäure und Salpetersäure, so darf keine rothe oder violette Färbung eintreten. Man benutzt Copaïvabalsam als Arzneimittel, zu Lacke, Firnissen, in der Oelmalerei und zur Darstellung von transparentem Papier.

c) Perubalsam. Man unterscheidet: Weissen, trockenen und schwarzen Perubalsam; indischen Balsam, Sonsonate oder San Salvadorbalsam. Nur letzterer findet in grösserem Massstab Anwendung. Er wird aus Myroxylon Pereirae (an der sogen. Balsamküste in San Salvador wachsend) gewonnen, indem man nach Ende der Regenzeit die Rinde an vier Stellen vorsichtig lockert, an diesen Stellen einschneidet und den ausfliessenden Balsam zum Brennen bringt. Die Flammen werden bald gelöscht und die Einschnitte mit Lappen verstopft, die sich mit Balsam vollsaugen. Durch Auspressen und Auskochen derselben erhält man den Balsam, der durch längeres Stehenlassen oder Filtriren geklärt wird.

Er stellt eine dunkelbraune syrupartige Flüssigkeit vom SG. 1,14 bis 1,15 dar, die stark vanilleartig riecht und bitter schmeckt; an der Luft trocknet sie völlig ein. Der Balsam enthält Zimmtsäure, Harz,

Benzylalkohol, geringe Mengen Stilben, Benzoësäure- und Zimmtsäure-Benzyläther. Verfälscht wird er mit fettem und ätherischem Oel, sogar mit Syrup.

Prüfung. Nach dem „Deutschen Arzneibuch“ mischt sich 1 Thl. klar mit 1 Thl. Weingeist; 3 Thle. geben mit 1 Thl. Schwefelkohlenstoff keine Trübung, aber nach Zusatz von noch 8 Thln. desselben scheidet sich braunschwarzes Harz ab; die abgegossene Flüssigkeit sei klar, schwach bräunlich und darf nur schwach fluoresciren. 5 Tropfen dürfen beim Schütteln mit 3 ccm Ammoniak (spezifisches Gewicht) keine gallertförmige Flüssigkeit bilden. 2 Thle. dürfen beim Zusammenreiben mit 1 Thl. Kalkhydrat auf dem Wasserbad nicht erhärten. Werden 10 Tropfen mit 20 Tropfen Schwefelsäure verrieben, so entsteht eine zähe Masse, die — nach einigen Minuten mit Wasser übergossen — auf der Oberfläche violett erscheint und sich nach dem Auswaschen zerbröckeln lässt. Beim kräftigen Durchschütteln von 2 g mit 8 g Petroleumbenzin und folgendem Entfernen des Benzins aus dem Filtrat muss ein Rückstand hinterbleiben, der nach dem Erkalten durch einige Tropfen Salpetersäure rein gelb gefärbt wird.

Verwendung findet der Perubalsam in der Parfümerie, als Ersatz für Vanille, sowie in der Medizin.

d) Storax, Styrax wird aus der Rinde des Amberbaumes, Liquidambar orientalis, der im südlichen Kleinasien und nördlichen Syrien wächst, gewonnen. Der Baum wirft unter fortwährender Borkebildung die Rinde ab und häuft den Balsam in dem absterbenden Rindengewebe, den Baströhren etc. auf. Um den Balsam zu gewinnen, wird im Juni und Juli die dünne Rinde gelöst, welche fest am Stamm haftet und mit heissem Wasser ausgeschmolzen. Die rückständige Rinde wird schliesslich abgepresst.

Der erhaltene flüssige Storax ist eine zähe, braune, dickflüssige Masse, die beim Erwärmen klar dunkelbraun wird und sich in Benzol nicht klar löst. Alkohol löst ihn unter Abscheidung der Verunreinigungen. Zur Reinigung wird er zunächst im Dampfbad längere Zeit erwärmt, dann im gleichen Gewicht Weingeist gelöst, filtrirt und eingedampft. Es hinterbleibt eine braune, halbflüssige Masse.

Die Bestandtheile sind vorwiegend Zimmtsäure, Styrol, Styracin und Harze (Miller, A. 188. 184; 189. 338).

Verwendung findet er in der Parfümerie, zuweilen in der Medizin. Zur Verfälschung dient besonders Terpentin.

e) Tolubalsam kommt in Toluifera Balsamum (Südamerika) vor. Der nach Anbohren des Stammes ausfliessende Saft ist frisch braungelb und flüssig; doch kommt er meist erhärtet als braunrothe krystallinische, leicht zu gelblichem Pulver zerreibliche Masse in den Handel. Er riecht feiner als Perubalsam und schmeckt süsslich; Benzol und Schwefelkohlenstoff lösen ihn nicht.

Seine Bestandtheile sind im Wesentlichen die des Perubalsams (s. o.); ferner finden sich geringe Mengen eines Kohlenwasserstoffes Tolen (0,2 bis 1 %) vor.

Verwendet wird er vorzugsweise als Räuchermittel; ferner in der Medizin. Verfälschung findet mit Kolophonium etc. statt.

f) Terpentin wird bei Verletzung von Koniferen (besonders von Pinus-, Larix- und Abiesarten) ausgeschieden. Man unterscheidet: gemeine Terpentine, die trübe und honigartig oder weich sind und beim Erwärmen klar werden, und feine, die stets klar sind.

1. Gemeiner Terpentin wird aus der Schwarzkiefer (Pinus Laricio), der Fichte (Picea excelsa), auch wohl aus der gemeinen Kiefer (Pinus silvestris) gewonnen. Man macht im Frühjahr dicht über dem Boden einen horizontalen Einschnitt in die Rinde und schlägt darüber ein Stück ab; die so gebildete Lücke arbeitet man zu einem schalenförmigen Behälter für den aus den Harzgängen ausfliessenden Terpentin aus. Sobald der Behälter gefüllt ist, wird er entleert; erst im Oktober lässt man den Terpentin zu einem Verschluss der Wunde für den Winter erhärten. Im Frühjahr wird die Wunde wieder freigelegt, worauf von Neuem Terpentin ausfliesst. Ein Baum kann vom 30. bis zum 100. Jahr in dieser Art benutzt werden.

Der erhaltene frische Terpentin, ein unangenehm riechender und schmeckender, halbflüssiger klebriger Körper, liefert bis zu 32 % ätherisches Oel. (Ueber seine Zusammensetzung s. bei „Harze".)

2. Französischer Terpentin ist dem obigen ähnlich; er stammt von der Strandkiefer (Pinus maritima) und wird in der Nähe von Bordeaux gewonnen. Die Ausbeute an Oel beträgt bis zu 25 %.

3. Den amerikanischen Terpentin erhält man aus der Pechkiefer (Pinus rigida) und der Weihrauchkiefer (Pinus Taeda); er liefert nur 17 % Oel. Er kommt besonders über England in den Handel.

Zu den stets klar bleibenden feinen Terpentinen gehört:

1. Venetianischer Terpentin aus der Lärche (Larix decidua), die in Tyrol im Jahr etwa 100 bis 300 g liefert. In Italien erhält man, allerdings unter Schädigung des Baumes, 3500 bis 4000 g. Der erst milchig trübe Balsam klärt sich und riecht weniger unangenehm als der gemeine Terpentin. Bei der Destillation erhält man 18 bis 25 % Oel.

2. Ungarischer Terpentin von Pinus Pumilio.

3. Karpathischer Terpentin von Pinus Cembra.

4. Strassburger Terpentin von Abies pectinata wird nicht durch Anzapfen, sondern durch Oeffnen der im Stamm sich bildenden Harzbeulen gewonnen.

5. Kanadischer Terpentin, Kanadabalsam wird von Abies balsamea in ähnlicher Weise erhalten; er enthält 24 % Oel.

II. Eigentliche Harze.

1. Benzoë ist das Harz von Styrax Benzoin, das in Hinterindien und Sumatra gewonnen wird. Vom 6. Jahr an liefern die Bäume während 10 bis 12 Jahre jährlich 10 bis 12 kg Harz, das anfangs weiss, dann gelb, schliesslich braun gefärbt ist. Das Harz enthält:

Flüchtiges Oel	Spuren
Benzoësäure	12–20 %
Harz, gelb, ätherlöslich	9–80 %
Harz, braun, ätherunlöslich	0,2–70 %
Aromatischen Extraktivstoff	0,1—0,5 %
Holzige Stoffe, Verunreinigung	1,4–2,6 %
Wasser, Verlust	0,1—0,3 %
Benzoësäure und phosphorsaure Salze	0,7 %
Einen dem Perubalsam ähnlichen Stoff	1,7 %

Aether, ätherische Oele und fette Oele lösen das Harz nur zum Theil, Alkohol leicht. Beim Erhitzen schmilzt es und verbreitet einen starken angenehmen Geruch; dabei entweichen Dämpfe von Benzoësäure, die zum Husten reizen.

Penang- oder Sumatrabenzoë enthält bis 11 % Benzoësäure.

Um die Benzoësäure, $C_7H_6O_2$, aus dem Harz zu gewinnen, erhitzt man es und verdichtet die Dämpfe in einem Hut aus Filtrirpapier; die Ausbeute ist bis 15 %. Zweckmässiger extrahirt man nach Scheele mit Kalkmilch und zersetzt das erhaltene Salz mit Salzsäure.

Verwendung findet die Benzoë in der Parfümerie und Medizin, die Benzoësäure in der Technik, Färbereien, Druckereien.

2. Unter Kopal versteht man verschiedenartige Harze von theilweise unbekannter Herkunft, die sich durch grosse Härte, hohen Schmelzpunkt und Schwerlöslichkeit auszeichnen. Man unterscheidet:

a) Harten Kopal. Hierher gehören folgende Arten:

Zanzibarkopal oder ostindischer, Bombay-, Salemkopal, höchst wahrscheinlich ein fossiles Harz, welches sich in der Erde in ausgedehnten Schichten vorfindet. Die ausgegrabenen, erbsengrossen bis handgrossen Stücke werden von der Verunreinigung mit Erde etc. durch Waschen mit Pottaschenlauge oder durch Abkratzen befreit.

Der reine Kopal ist farblos bis dunkelbraunroth und meist klar durchsichtig, von glasartigem Bruch. Die Oberfläche ist dicht mit regelmässigen kleinen Wärzchen bedeckt.

Man unterscheidet ferner noch Kopal von Mozambique, von Madagaskar, von Sierra-Leone, über deren genaue Herkunft ebenfalls nichts sicher festgestellt ist; andere westafrikanische Kopale stammen aus Gabon, Loango, Benguela, Angola, Akra, Benin.

b) Weichen Kopal.

α) Kugel- oder westindischer Kopal stammt vorzugsweise aus Westafrika (Angola) und wird nur noch wenig aus Westindien ausgeführt. Das von Hymenaea Courbaril gewonnene Harz bildet bis 10 cm und darüber lange knollige Massen von gelber oder grüner Farbe und unangenehmem Geruch; der Geschmack ist bitter. Bedeckt ist es von einer 0,5 bis 2 mm dicken erdigen Kruste.

β) Der Kowrie-, Kaurie-Kopal wird in Neuseeland und Neukaledonien aus Dammara australis und D. ovata erhalten; das Harz sammelt sich in knolligen Massen in der Erde an. In den Handel kommt nicht das frische, sondern nur das recent-fossile Harz, das sich in der Erde vorfindet, wo der Baum gestanden hat; es bildet Klumpen bis zu 50 kg Gewicht. Er ist fettglänzend, von angenehmem Geruch und Geschmack; der frische Bruch ist muschelig.

γ) Manila-Kopal kommt als hartes und weiches Harz in den Handel; ihm ähnlich ist der

δ) Borneo-Kopal.

Was die Zusammensetzung der Kopale betrifft, so fand Unverdorben in ihnen fünf Harze, die als Oxydationsprodukte eines Harzes aufzufassen sind. Nach Vogel besteht Kopal nur aus zwei Harzen.

Ein gutes Unterscheidungsmerkmal der Kopale bildet das spezifische Gewicht, welches zweckmässig nach dem Entfernen der Luft durch Evakuiren bestimmt wird; es ergeben sich hierbei folgende Werthe:

	Direkt bestimmt	Nach dem Evakuiren bestimmt
Zanzibar-Kopal	1,067	1,068
Angola-Kopal . .	1,064	1,081
Brasil-Kopal .	1,018	1,082
Kowrie-Kopal .	1,050	1,115
Manila-Kopal .	1,062	1,121

Die Härte ist nach Wiesner folgende:

a) härter als Steinsalz, weicher als Kupfervitriol: Zanzibar- und Mozambique-Kopal;

b) so hart wie Steinsalz: Sierra Leone-, Gabon-, Angola-Kopal;

c) weicher als Steinsalz: Benguela-, Kowrie-, Manila-Kopal;

d) am weichsten: Harz von Hymenaea Courbaril (Kugelkopal).

Die Löslichkeit in Weingeist ist äusserst gering. Wesentlich erhöht wird sie, wenn der Kopal, gepulvert, einige Zeit auf höhere Temperatur erhitzt worden ist. In Aether schwillt er zu einer gallertartigen Masse auf, die man durch allmählichen Zusatz von siedendem Weingeist in Lösung bringt (rascher Zusatz von Weingeist macht ihn unlöslich). In Chloroform, Cajeputöl, Rosmarinöl löst er sich ziemlich leicht, in Benzol, Terpentinöl, Steinöl, Schwefelkohlenstoff schwerer. Das vorherige Erhitzen des Harzes erleichtert die Löslichkeit (s. a. w. u. bei Firniss).

Der Schmelzpunkt des harten Kopal liegt bei 340°, des halbharten bei 180°; hierbei wird Wasser abgegeben, und bei höherer Temperatur destillirt Kopalöl, sowie die in Wasser lösliche Kopalsäure.

Verwendung findet Kopal zur Herstellung werthvoller Lacke und Firnisse oder als Ersatz des Bernsteins zu Schnitzereien etc.

3. Als Dammar wird eine grössere Anzahl Harze bezeichnet, von denen hier nur der ostindische, von Dammara orientalis, in Betracht kommt (vergl. a. o. Kaurie-Kopal).

Er bildet tropfenförmige oder stalaktitische Massen, die klar, farblos bis gelblich sind und nur geringe Härte zeigen. Das SG. ist 1,04 bis 1,06; der Schmelzpunkt 75 bis 100°. Löslich ist er in kaltem Alkohol wenig, in heissem und in fetten oder ätherischen Oelen vollkommen.

Die Bestandtheile sind noch nicht exakt festgestellt. Er wird zur Firnissbereitung verwendet.

4. Drachenblut ist das Harz verschiedener Bäume, das sich durch dunkelrothbraune Farbe, Undurchsichtigkeit und Sprödigkeit auszeichnet. Man unterscheidet:

Ostindisches Drachenblut von der Palme Daemonorops Draco, aus dessen Früchten es ausschwitzt. Am reinsten findet es sich in Körnern, die man zu dem Drachenblut in Thränen zusammenknetet. Ist dieses Harz entfernt, so erwärmt man die Früchte mit Wasserdampf und gewinnt das Drachenblut in Kuchen. Aus den hierauf zerkleinerten Früchten schmilzt man schliesslich noch bei gelinder Wärme das Drachenblut in Stangen aus. Auch die rückständige

Masse, namentlich die Schuppen der Früchte liefern noch ein allerdings sehr unreines Harz.

In Handel kommt ferner noch: Amerikanisches, westindisches und Kanarisches Drachenblut. Ostindisches Drachenblut enthält:

Rothes, amorphes Harz	90,7
Fette	2,0
Benzoësäure	3,0
Oxalsaurer Kalk	1,6
Phosphorsaurer Kalk	1,7

Verwendung findet es wegen seiner Farbe zu Firnissen.

5. Elemi stammt aus Brasilien, Westindien, Mexiko, Ostindien, Manila von Burseraceen. Das aus den Stämmen austretende Harz erhärtet allmählich und verliert mit der Zeit seinen anfänglich terpentinartigen Geruch, sowie auch seine Farbe, so dass es fast weiss wird. Ausgezeichnet ist es durch sein grosses Krystallisationsvermögen.

Es enthält 13 % ätherisches Elemiöl $C_{10}H_{16}$; kryst. Harz, Amyrin $2\,C_{10}H_{16} + H_2O$; amorphes Harz $2\,C_{10}H_{16} + 2\,H_2O$; Bryoidin $2\,C_{10}H_{16} + 3\,H_2O$ (vergl. auch B. 20. 1242; 23. 3186).

Verwendet wird es als Zusatz zu Firnissen, um deren Sprödewerden zu verhüten. Ferner als Räuchermittel und in der Medizin.

6. Fichtenharz bildet sich aus dem Terpentin durch freiwilliges Verdunsten des ätherischen Oeles oder bei der Entfernung desselben durch Destillation.

a) Zu dem ersteren Harz, dem am Stamme erhärteten, gehört der Waldweihrauch, Ameisenweihrauch, wie er meist aus den Ameisenhaufen erhalten wird; das gemeine Harz, das sich zwischen Holz und Rinde ansammelt oder bei der Balsamgewinnung die Einschnitte verstopft; Lärchenharz (Ueberwallungsharz), aus dem Balsam von Pinus laricio.

b) Zu den künstlichen, durch Erwärmen erhaltenen Harzen gehören:

α) Gekochter Terpentin, den man durch Destillation des Terpentins mit Wasser erhält;

β) Französischer Galipot, in gleicher Weise aus französischen Terpentinen gewonnen;

γ) Gelbes Harz, beim Schmelzen von gemeinem Harz erhalten (auch schmilzt man 1 Thl. weisses Harz mit 3 Thln. Kolophonium zusammen);

δ) Amerikanischer Galipot, entsprechend aus amerikanischem Fichtenharz dargestellt;

ε) Burgundisches Pech, ein besonders aus dem Harz von Picea vulgaris sorgfältig dargestelltes hellgelbes Harz. (Zur Bereitung eines gleich genannten Produktes schmilzt man auch 3 Thle. Kolophonium und 1 Thl. Galipot zusammen.)

ζ) Weisses Harz, durch Erhitzen von gemeinem Harz mit Wasser dargestellt; es wird allmählich gelb.

Wenn man die genannten Harze zur völligen Entfernung von Wasser und Terpentin längere Zeit erhitzt, so verbleibt als Rückstand das Kolophonium, ein gelbes bis braunes, sprödes Harz, fast ohne Geruch

und Geschmack, das sich leicht in den verschiedenen Lösungsmitteln löst und das specifische Gewicht 1,01 bis 1,08 hat.

Der wesentliche Bestandtheil der Fichtenharze ist Abietinsäureanhydrid, die leicht durch Wasseraufnahme in die Säure selbst (auch Sylvinsäure genannt) übergeht.

Die aus Eisessig in centimeterlangen Krystallen erhaltene Säure (C[illegible]$H_{28}O(CO_2H)_2$) schmilzt nach vorherigem Erweichen und ist bei 167° völlig flüssig. Isomer mit ihr ist die ebenfalls im Harz vorkommende Pimarsäure. Ausserdem kommen Dextro- und Lävopimarsäure im Harz vor.

Anwendung finden die Fichtenharze zur Herstellung von Firnissen und Seifen; zu Kitten, Klebemitteln etc. und in der Medizin. Sehr grosse Mengen werden der trockenen Destillation unterworfen und liefern Harzöl (s. w. u. S. 172) und Harzgas.

7. Guajakharz findet sich im Holz von Guajacum officinale in Westindien. Es wird entweder in Form von Körnern in den Handel gebracht, wie es freiwillig aus Einschnitten in den Baum ausfliesst, oder in Form von Massen, die durch Ausschmelzen und Auskochen erhalten sind. Als wohlriechender oder Peruguajak wird ein Harz unbekannter Herkunft importirt, das sich von dem obigen wesentlich unterscheidet.

Das erstere ist grünlich oder rothbraun, von eigenthümlichem Geruch, und vom SG. 1,2. Es schmilzt unter Verbreitung eines benzoëähnlichen Geruches bei 85°. Charakteristisch ist es, dass es an der Luft erst grün, dann blau wird, ebenso wirkt auf seine Lösung Chromsäure und Wasserstoffsuperoxyd. Es enthält nach Hädelich:

Guajakonsäure	70,3
Guajakharzsäure	10,5
β-Harz	9,8
Gummi	3,7
[illegible] Verunreinigungen	4,9
Aschenbestandtheile	0,8

Verfälscht soll es mit Kolophonium werden.
Verwendung findet es besonders in der Medizin.

8. Mastix wird auf Chios aus Pistacia Lentiscus gewonnen, indem man zahlreiche Längsschnitte an dem ganzen Stamm macht, worauf bald der Balsam, der sich in breiten Gängen vorfindet, ausfliesst und zu Körnern erstarrt; aus den Zweigen rieselt ebenfalls Balsam und erstarrt auf untergelegten Steinplatten. Ein Baum liefert 4 bis 5 kg Harz. Die reinste Sorte ist der Mastix in Thränen, eine unreinere der gemeine Mastix. Reiner Mastix ist grünlich bis gelblich gefärbt, SG. 1,04 bis 1,07 und vom Schmelzpunkt 93 bis 103°. In Weingeist löst er sich erst beim Kochen völlig.

Er enthält etwas flüchtiges Oel und 2 Harze, die sich durch ihre verschieden grosse Löslichkeit in Alkohol unterscheiden.

Verwendet wird er in der Firniss- und Kittfabrikation, zum Räuchern, in der Medizin etc.

9. Schellack ist der von seinem Farbstoff (Lack Dye) befreite und umgeschmolzene Gummilack oder Stocklack. Letzterer wird an den Zweigen von Ficus religiosa und indica (Ostindien) aus

dem Pflanzensaft durch den Lebeprozess einer Schildlaus erzeugt und bildet ein hartes, dunkelrothes Harz, dem durch Wasser der Farbstoff entzogen wird (s. unter Farbstoffe Bd. IV).

Wenn man das Harz in einem schlauchartigen Sack über freiem Feuer erwärmt, dann auspresst, auf Pisangblätter laufen lässt und hier mit anderen Blättern presst, erhält man den Tafellack. Ferner kommt Schellack noch in grossen Klumpen in den Handel.

Der beim Erwärmen leicht erweichende Schellack lässt sich in Fäden ausziehen und stellt dann den gesponnenen Schellack dar.

Zur Reinigung von einer wachsartigen Substanz kochen Benedikt und Ehrlich (D. 270. 115; vergl. Z. ang. Ch. 1888. 237) 1 Thl. Schellack mit 0,5 Thln Natriumkarbonat und 20 Thln. Wasser so lange, bis sich an der Oberfläche der Flüssigkeit eine Wachsschicht zeigt, die beim Erkalten abgehoben wird. Hierauf wird filtrirt und angesäuert, wobei sich das Harz als bröckelige Masse abscheidet.

Um eine klare alkoholische Lösung zu erhalten, wie sie der unreine Schellack nicht liefert, löst Gräger 1 Thl. in 3 bis 4 Thln. Weingeist (von 92 Vol.-%) und setzt allmählich so viel destillirtes Wasser (etwa 1 Thl.) zu, bis sich eine käseartige Masse ausgeschieden hat, über welche eine klare Flüssigkeit steht. Dann wird kolirt, ausgepresst und filtrirt; von den vereinigten Flüssigkeiten destillirt man den Alkohol ab und trocknet den Rückstand auf dem Wasserbad.

Löst man das gereinigte Harz in dem doppelten Gewicht Weingeist (von 96 Vol.-%) und parfümirt die Lösung mit etwas Lavendelöl, so erhält man den sogen. Pariser Lack.

Zum Bleichen des Schellacks dient Filtration durch Knochenkohle oder unterchlorigsaures Alkali. Da der gebleichte Schellack sich meist schwer in Alkohol löst, wird er zuvor zweckmässig mit wenig Aether zum Aufquellen gebracht.

Die Bestandtheile des Schellacks sind nach Benedikt und Ulzer (B. 21; R. 434, 664; s. Ch. Z. Rep. 1888. 248) wesentlich Harzsäure und Wachs (im Körnerlack nur 0,5 bis 1 %).

Verfälscht wird er wesentlich mit Kolophonium.
Verwendung findet er zu Firnissen, Kitten etc.

III. Gummiharze

sind Gemenge von Gummi mit einem oder mehreren Harzen und entstehen durch Erhärten des Milchsaftes verschiedener Pflanzen, der theils freiwillig, theils nach dem Verletzen der Pflanze ausfliesst.

Durch Wasser lässt sich ihnen das Gummi, durch Alkohol das Harz entziehen. Zu ihnen gehören:

1. Ammoniakgummi von Umbellifere Dorema Ammoniacum in Persien und Turkestan;

2. Asant, Stinkasant, Teufelsdreck, Asa foetida stammt von Umbelliferen Ferula Scorodosma und F. Narthex in Persien;

3. Bdellium wird am Senegal und in Senegambien;

4. Euphorbium aus der afrikanischen Euphorbiacee Euphorbia rediniflora gewonnen;

5. Galbanum, Mutterharz erhält man vorzugsweise in Persien aus der Umbellifere Ferula galbaniflora.

6. Gummigutt, Gutti stammt aus Kambodssha, Siam, Cochinchina von den Guttiferen Garcinia Hanburyi und G. morella;

7. Myrrhe ist der erhärtete Milchsaft der Burseracee Balsamodendron Myrrha in Arabien und dem nordöstlichen Afrika;

8. Olibanum, Weihrauch, stammt von mehreren Boswelliaarten (Burseraceen) in Ostafrika etc.;

9. Opoponax ist der Milchsaft der Umbellifere Opoponax Chironium in Südeuropa etc.;

10. Sagapen stammt von der Umbellifere Ferula persica.

Vorstehende Gummiharze sind in der Technik von nur untergeordneter Bedeutung und werden vorzugsweise in der Medizin verwendet. Auch ihrer Gewinnung nach bieten sie nichts Eigenartiges.

IV. Fossile Harze.

1. Asphalt[1]), Erdpech, Judenpech, Bergpech, schwarzes Erdharz kommt in grösseren Mengen als Ausfüllung von Gängen und Lagern vor oder ist in Kalk- und Sandsteinschichten eingesprengt.

Die Bildung der Asphalte hat wahrscheinlich durch die Oxydation des Erdöls, sowie durch Verlust desselben an flüchtigen Verbindungen stattgefunden. Man unterscheidet:

1. Syrischen Asphalt, an den Ufern des Todten Meeres und auf dessen Wässern. Er bildet grosse, schwarze Stücke mit erdigen Einschlüssen vom SG. 1,103, die bei 135° anfangen zu schmelzen. Der Geruch ist schwach bituminös. Der Asphalt löst sich in Terpentinöl, Petroleum, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Chloroform auf; Alkalien und Säuren lösen ihn nicht.

2. Der Asphalt von Trinidad bildet in dem dortigen Pech- oder Asphaltsee das grösste Lager der Erde, das auf 3000000 Tonnen geschätzt wird. Das Verhalten dieses Asphalts ähnelt dem obigen.

3. Der Asphalt von Cuba, auch mexikanischer oder Chapopata-Asphalt genannt, hat ein geringeres spezifisches Gewicht und niedrigeren Schmelzpunkt.

4. Melan-Asphalt oder Albertit aus der Steinkohlengrube Albert bei Hillsborough (Neubraunschweig);

5. Asphalt von Dax, weiche elastische Masse, die in Alkohol unlöslich ist und von der Aether ca. 50% löst;

6. Asphalt von Pechelbronn, Bergtheer ist eine dickflüssige Masse.

Die Zusammensetzung der Asphalte ist gleich den sonstigen Eigenschaften sehr verschiedenartig: Die Elementaranalysen von 19 Asphaltarten (Muspratt. Die Analysen sind auf die aschenfreie Substanz bezogen) von Bastennes, Pont du Chateau (Auvergne), Abruzzen (bei Neapel), Pontnavey, Cuba, Hillsborough (Albertit), Coxitambo (Peru), Pechelbronn, Hatten (Nd. Rhein), Aegypten, Todtes Meer, Trinidad, Maracaibo, Barbadoes, Bentheim (Hannover) zeigten Schwankungen im Gehalt an

a) Kohlenstoff: von 88,63% bis 65,92%;

b) Wasserstoff: von 12,0 [illegible]

c) Stickstoff fehlt in mehreren Sorten, während der Asphalt von Pont du Chateau 2,37% enthält.

[1]) Von dem eigentlichen Erdharz zu unterscheiden sind: ein mit Asphalt durchsetztes Gestein (Asphaltstein) und ein aus ihm bereitetes Kunstprodukt, die beide zuweilen auch Asphalt genannt werden (s. w. u.).

d) Sauerstoff fehlt ebenso oft und steigt im Asphalt von Pontnavey auf 25,14 %.
e) Schwefel fehlt bisweilen und steigt im Asphalt vom Todten Meer auf 10,0 %.

Kayser (Untersuchung der natürlichen Asphalte 1879. Nürnberg) behandelte Asphalt mit Alkohol und hierauf die erschöpfte Masse mit Aether. Die erhaltenen Körper wurden analysirt. Die Ergebnisse sind in nachstehender Tabelle verzeichnet:

Herkunft des Asphaltes	Kohlenstoff %	Wasserstoff %	Schwefel %	Menge und Eigenschaften der drei Fraktionen
1. Alkoholextrakt:				
Syrien	82,33	10,33	6,96	4 bis 5 % gelbes, bräunliches Oel.
Trinidad	78,[illegible]	10,26	10.62	
2. Aetherextrakt:				
Syrien	80,17	8,57	9,78	44 % eines braunschwarzen, spröden Harzes vom Schmelzpunkt 65°.
Trinidad	80,50	10,20	9,42	57 % eines ähnlichen Harzes vom Schmelzpunkt 57°.
Barbadoes	87,35	12,50	-	—
Maracaibo	—	—	6,88	—
3. Rückstand:				
Syrien	78,41	8,81	13,08	Schwarze, glänzende, spröde Massen, die sich nur in Chloroform und Terpentinöl lösen u. bei 150 bis 161° schmelzen.
Trinidad	78,49	8,72	12,89	
Pechelbronn	73,97	10,27	14,70	
Maracaibo			11,49	
Barbadoes			11,09	

Boussingault (A. 23. 261) stellte aus dem Pechelbronner Harz durch Destillation einen Körper $C_{20}H_{32}O_3$ her, den er als das feste Prinzip der klebrigen Erdharze betrachtet und als Asphalten bezeichnet; der Körper zeigt die Eigenschaften eines reinen Asphalts; er erweicht schon bei 30°. Kayser (l. c.) dagegen gibt die Formel $C_{25}H_{40}S_2$ an.

Der flüssige Bestandtheil des Erdharzes ist Petrolen $C_{20}H_{32}$ vom SG. 0,891 (21°) und Siedepunkt 280°.

Die Eigenschaften der verschiedenen Asphalte sind sehr verschiedenartig. Von dem weichen Asphalt von Dax bis zu dem unschmelzbaren von Pont-Navey findet eine Zunahme des Schmelzpunktes statt, der natürlich durch grösseren oder geringeren Gehalt an noch nicht völlig verdicktem Erdöl herabgesetzt oder erhöht werden muss. Grosse Unterschiede zeigt auch die Löslichkeit: so löst Aether 50 % von dem Asphalt von Dax, 1 % vom Melan-Asphalt, Terpentinöl löst leicht den syrischen Asphalt und den von Trinidad, nur 50 % von dem Cuba-Asphalt; der Asphalt von Bentheim ist dagegen in den üblichen Lösungsmitteln unlöslich. Dessen ungeachtet lässt sich doch im Allgemeinen Asphalt kennzeichnen als dunkelbrauner bis schwarzer Körper von muscheligem, glänzendem Bruch, der Härte 2, dem SG. 1,1 bis 1,2 und dem Schmelzpunkt von ca. 100°; bei höherer Wärme verbrennt er an der Luft mit russender Flamme. In Wasser und verdünnten Säuren ist er nicht löslich, in Aether und Alkohol etwas löslich

und in Terpentinöl leicht und vollkommen. Ueber einen Versuch der Klassifikation der Asphalte auf Grund ihres physikalischen Verhaltens s. W. Blake, Transactions of the Amer. Inst. of Min. Eng. 1890. II.

Verwendung findet der Asphalt (Bitumen) zur Herstellung von Asphaltkitt (Mastix, s. w. u.), zum Belegen von Trottoirs etc., ferner zur Herstellung von Dachpappe, zur Bereitung von Firnissen durch Lösen in Terpentinöl. In der Reproduktionstechnik verwendet man ihn in Folge seiner Eigenschaft (die allein dem in Alkohol und Aether unlöslichen Antheil zukommt), in Chloroform, Benzol, Terpentinöl, Steinöl etc. unlöslich zu werden, wenn er einige Zeit belichtet wird. Wenn man daher eine mit Asphaltschicht versehene Platte unter einem Negativ belichtet und hierauf mit einem der genannten Lösungsmittel oder mit Mischungen derselben behandelt, so werden die unbelichteten Stellen freigelegt, und man erhält eine zum Aetzen geeignete Platte.

Asphaltstein

ist entweder:

a) mit Asphalt oder Bergtheer imprägnirter Sand und Sandstein oder

b) mit Asphalt (Bitumen) imprägnirter Kalkstein und Dolomit.

Ersterer stellt voraussichtlich den Rückstand von Erdölen dar, die in den Sand gerieselt sind und hier leichtflüchtige Bestandtheile verloren, sowie sich oxydirt haben. Er findet sich in der Nähe von Petroleumquellen u. A. in Schwabweiler, Lobsan, Pechelbronn (Elsass), Heide (Hannover), Seyssel (Departement de l'Ain), Bastennes (Departement des Landes).

Im Gegensatz zu b ist aus dem bituminösen Material das Erdharz selber zu gewinnen, wenn man es im gepochten Zustand mit Wasser auskocht; das Bitumen steigt an die Oberfläche und wird dort abgeschöpft, während Sand und Steine zu Boden fallen. Zur Entfernung von Wasser und flüchtigen Bestandtheilen erhitzt man den Asphalt nochmals in konischen Gefässen.

c) Der kalkige und dolomitische Asphaltstein kommt im Traversthal (Kanton Neuenburg) in einem über 10 m mächtigen Lager vor. Der durch Sprengen des Gesteins erhaltene Rohasphalt enthält 10 bis 20 % Asphalt und zerfällt bei gelindem Erwärmen zu Pulver. Er findet sich ferner in Seyssel oder Pyrimont (s. o.) in bedeutenden Lagern, deren Material ca. 10 % Asphalt enthält. In Limmer (bei Hannover) enthalten die oberen Schichten des Asphaltsteins ca. 17 % Asphalt, die unteren sind reicher.

Der braune Asphaltstein enthält:

Erdharz	7,12 %
Calciumkarbonat	58,10
Magnesiumkarbonat	32,58
Ferrokarbonat	1,10
Kalium- und Natriumchlorid	0,97
	99,87 .

Er zeigt einen starken, petroleumartigen Geruch und gibt in der Hitze Petroleum ab; an der Luft erhitzt, entzündet er sich.

Lösungsmittel, wie Terpentin, entziehen ihm den Asphalt und hinterlassen das weisse, poröse Gestein; Alkohol und Aether lösen weniger Harz. Dasselbe ist pechschwarz, spröde, bei 35° formbar, schmilzt bei 90° und enthält:

Petrolen	5 %
Braunes Harz, in Aether löslich	20
Bitumen, in Alkohol und Aether unlöslich	74
Harz, in Alkohol löslich	1
	100 %.

Verwendung findet der Asphaltstein zum Belegen von Strassen, Trottoirs, Gebäuden nach folgenden beiden Methoden. Der gepulverte Stein wird mit Bergtheer zusammengeschmolzen und kommt dann als **Asphaltkitt** oder **Mastix** in den Handel. Er wird, mit Sand und Kies gemischt, auf die zu belegende Fläche aufgegossen. In Folge seiner Sprödigkeit verwendet man ihn nicht dort, wo er vielen Erschütterungen ausgesetzt würde, wie zu Fahrstrassen, sondern bedient sich hierzu des **gewalzten (komprimirten)** Asphalts. Derartige Belegungen werden erhalten, indem man den fein gepulverten Asphaltstein ohne jeden Zusatz erwärmt und in diesem Zustand auf die betreffenden Flächen aufträgt, auf welchen er durch Walzen und Stampfen zu einer zähen Masse vereint wird.

Als **künstlicher Asphaltstein** wird ein minderwerthiges Produkt bereitet, indem man **Pech** — den Destillationsrückstand von der Mineralöl- und Theerölfabrikation etc. — mit Kreide, Kalkstein oder dergl. mischt. Der aus Steinkohlenpech bereitete künstliche Asphalt zerreisst und erweicht wesentlich leichter als der natürliche.

2. **Bernstein** ist das Harz vorweltlicher **Koniferen** und wird vorwiegend an der preussischen **Ostseeküste**, ferner an der **englischen Küste**, in Braunkohlenlagern etc. gefunden.

Hauptsächlich wird er durch bergmännischen Betrieb aus der sogen. **blauen Erde** (thoniger Quarzsand mit Glimmer, Grünerde etc.) im **Samland** [1]) gewonnen. Im Jahre 1890 wurden 90000 cbm blauer Erde gefördert, die 202000 kg Bernstein (entsprechend 1800000 M.) lieferten. Früher sammelte man ihn auch durch Fischen mit Netzen, Auflesen am Strande, Baggern, Tauchen etc.

Der **Bernstein** bildet verschieden gestaltete, verschieden grosse Stücke von hellgelber bis brauner Farbe, grosser Sprödigkeit und dem SG. 1,065 bis 1,077; beim Schmelzen bläht er sich auf. In Weingeist, ätherischen und fetten Oelen löst er sich nur schwer; nach dem Schmelzen löst ihn Schwefelkohlenstoff leicht.

Die **Bestandtheile** sind neben ätherischem Oel, Bernsteinsäure $C_4H_6O_4$, und zwei in Weingeist und Aether löslichen Harzen 85 bis 90 % Bernsteinbitumen, Succinin $C_{10}H_{16}O$. Bei der trockenen Destillation entsteht **Bernsteinsäure** (s. w. u.) und sehr übelriechendes **Bernsteinöl**, während **Bernsteinkolophonium** zurückbleibt.

Verwendung finden die grösseren Stücke Bernstein zur Herstellung von Schnitzwerken etc. Die Abfälle und die kleineren Stücke dienen zur **Firniss-** und **Bernsteinsäurefabrikation**. Man sortirt sie nach ihrer Farbe, wäscht sie, befreit sie im Dampfbad bei 150° unter Anwendung von Chemikalien an der dunklen Rinde und erhitzt dann unter Anwendung von Exhaustoren in einem eisernen Destillationsapparat, bis die Masse ruhig fliesst. Der Destillationsrückstand, das Bernsteinkolophonium ist braun, harzartig, glänzend, auf dem Bruch muschlig, löst sich in Terpentinöl und dient zur Darstellung von Bernsteinfirniss. Als Nebenprodukt erhält man Bernsteinöl und Bernsteinsäure. Zur Reinigung löst man die Säure in siedendem Wasser und filtrirt. Die erhaltene, noch braune, riechende Säure wird durch Umkrystallisiren aus heissem Wasser, zuletzt unter Zusatz von Salpetersäure, von den letzten Resten der Farb- und Riechstoffen befreit.

Das [illegible] Ber[illegible]öl wird, [illegible] sorgfältig von mitübergegangenem Wasser befreit ist, rektifizirt und bildet eine leicht bewegliche, wasserhelle Flüssigkeit vom Siedepunkt 160 bis 260, die aus mehreren Kohlenwasserstoffen besteht.

[illegible] Glas, gekochtem Harz, geschmolzenen Bernsteinabfällen etc.

3. Ozokerit. Erdwachs ist wie der Asphalt als ein Umwandlungsprodukt des Erdöles aufzufassen (Schädler 2. 69) und ist wasserstoffärmer resp. höher oxydirt als Asphalt.

Es kommt, als Ausfüllung von Spalten, Höhlungen etc., meist in der Nähe von Kohlenlagern und Steinsalzmassen vor; besonders erwähnenswerth ist das Lager in Ostgalizien.

Das bergmännisch gewonnene Rohprodukt ist eine hellgelbe bis schwarze Masse von wachsartiger Beschaffenheit und weicher bis harter Konsistenz; es schmilzt bei 56 bis 74° und hat das SG. 0,84 bis 0,93. In Alkohol und Aether löst es sich schwer; in Terpentinöl, Petroleum, Benzin etc. leicht. Bei der Destillation liefert es Kohlenwasserstoffe, neben festen Paraffinen, auch leichte Oele. Seine Zusammensetzung entspricht der Formel C_nH_{2n}.

Das Rohprodukt wird seiner mannigfachen Verunreinigungen wegen über freiem Feuer mit Wasser geschmolzen und dann in eiserne kegelförmige Formen geschöpft. Das erhaltene Schmelzwachs ist Handelswaare und zeigt einen Schmelzpunkt von 56 bis 74°; derselbe bestimmt seinen Werth; die Farbe ist hell bis dunkel.

Verarbeitet wird das Harz durch Destillation auf Paraffin.

Durch Extrahiren und folgendes Raffiniren und Bleichen erhält man das Ceresin, eine wachsartige Masse vom SG. 0.915 bis 0.925 und Schmelzpunkt 68 bis 80°, das in der Kerzenfabrikation, zur Herstellung von Ceresinpapier, zum Appretiren etc. verwendet wird.

[illegible] exaktesten die bereits oben angeführten qualitativen Reaktionen. Williams (Ch. N. 1888. 58, 224; Ch. Z. Rep. 1888. 322) bestimmte folgende in nachstehender Tabelle [illegible]

[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	Kali [illegible]	[illegible]	Verlust bei [illegible]	Mineralstoff
Asphalt .	[illegible]	2.37	[illegible]	0.89	[illegible]	2.24	6.55
Bernstein .	—	8,68	646	1,54	62,10	1.05	0.28
Dammar .	[illegible]	3,64	1541	2.24	117.67	[illegible]	0,01
Dammar .	—	3.11	[illegible]	2.66	142,24	0.85	0.07
Dammar .		4.07	[illegible]	2.10	130.24	0,71	0,03
Drachenblut	—	[illegible]	[illegible]	1.12	98.42	9.34	3.58
Elemi . .		[illegible]	1962	[illegible]	175.39	3.50	0.04
Kopal . . .	weich. Manila	18.41	305	13.16	137,79	0,79	0.21
Kopal . .	Borneo	17.67	318	14.14	138,04	2,24	0,08
Kopal . .	Singapore	19.41	289	12.88	123.31	2,41	2.06
Kopal . .	gereinigt. Sierra Leone	12.90	[illegible]	8.40	138,04	0,91	0.07
Kopal . .	roh	[illegible]	[illegible]	[illegible]	133,35	1,04	0,07

Name des Harzes	Varietät	Gesammt-Kalibindung	Verseifungsäquivalent	Kali zum Neutralisiren der freien Säure	Jodzahl	Verlust bei 100°	Mineralstoffe
Kopal	roh, Acra.	13.16	426	4,62	121,66	1,48	1.03
Kopal . . .	roh, weiss, Angola	13,30	422	5,74	129,66	0,57	0.27
Kopal . . .	rein, roth	13,62	412	6,02	136,90	0.40	0,02
Kopal . . .	—	12,22	459	5,74	142,24	0,98	Spur
Kolophonium	raffinirt	18.74	249	17,92	115.31	0.13	0,05
Kolophonium	raffinirt	19,57	286	17,78	114,80	0,14	0,02
Kolophonium	ordinär	17.64	318	16.94	112,01	0.32	0,08
Kolophonium	ordinär	19.01	294	16,66	113,28	0,34	1,20
Mastix . . .		7,34	764	5.04	158,62	0,97	0,20
Mastix . . .		7,21	709	5,60	159,00	1,46	0,14
Sandarac . .		15,54	361	15,40		1,88	0,04
Sandarac . .		15,70	357	14,56	134.30	1,44	0.17
Schellack . .	mittel Knopf	20,33	276	6,30	24,62	1,06	0,28
Schellack . .	Garnet	21.26	263	5,60	28,70	0.72	0.37
Schellack . .	fein Orange	20.64	271	6,44	70,52	1,23	0,31
Schellack . .	gut IIa Orange	21.07	266	4,76	20,40	0,88	0,42
Schellack . .	hell IIa	21,14	265	5,60	19,81	1,01	0,63
Schellack . .	gering IIa	19,41	289	5.74	19,05	1,41	0,94

a) Die Gesammtmenge Kali, die 1 g Harz beim Kochen mit alkoholischem Kali absorbirt, d. h. die zur Verseifung erforderliche Menge Kali in Zehntelprozenten (Verseifungszahl; Köttstorffer'sche Zahl).

b) Aus dieser Zahl berechnet sich das Verseifungsäquivalent (die durch 1 Aequivalent Kali resp. 56,1 Thle. KOH verseifbare Menge Harz), indem man sie in 56100 dividirt.

c) Um die freie Säure zu bestimmen, kocht man mit starkem Alkohol und titrirt mit Kali, wobei der Indikator Phenolphtaleïn ist.

d) Die Jodzahl wird, wie bei den Fetten angegeben, bestimmt.

e) Die Asche wird im Platintigel, der Verlust bei 100° im Wasserbad bestimmt.

Bamberger (M. 11. 84; Ch. Z. 90. 137) bestimmte u. a. folgende Methylzahlen (s. o. bei ätherischen Oelen):

Benzoëharz	13,3 bis 30	Myrrhe	[illegible]
Drachenblut	33,8	Perubalsam	14,4
Guajacharz	53,8	Tolubalsam	46,8
Harz von Pinus Laricio	49,6	Ueberwallungsharz .	[illegible]
Kauri dammara . . .	7,1		

Harzöle.

Die erheblichen Mengen Kolophonium, die von Amerika aus in den Handel kommen, ermöglichen es, die Produkte seiner trockenen Destillation im Grossen darzustellen.

Man erhitzt das Kolophonium in grossen eisernen Kesseln mit niedrigem Helm, die zu drei Vierteln gefüllt werden und mit Kühlvorrichtung und Vorlage verbunden sind, entweder über freiem Feuer oder zweckmässiger mit überhitztem Dampf.

Fig. 54 stellt eine sehr gebräuchliche Ausführung solcher Destillationsanlagen von R. Lehmann (Dresden) dar. Unterhalb der Destillirblase befindet sich, durch Mauerwerk getrennt, ein Lehmann'scher Dampfüberhitzer, in welchem der von einer Kesselanlage hergeleitete Dampf auf die erforderliche Temperatur gebracht wird. Der Dampf

durchströmt dann eine Dampfheizschlange im Innern der Destillirblase und wird weiterhin in der Regel zum Vorwärmen des Materials für die nächste Charge verwendet, um die Wärme nach Möglichkeit auszunutzen. In den Fällen, wo es sich um Destillation von Materialien handelt, die ein direktes Einblasen von überhitztem Dampf gestatten oder erfordern, befindet sich am Boden der Destillirblase ein gebogenes Rohr mit vielen kleinen Bohrungen versehen, durch welche der überhitzte Dampf ausströmt. Das direkte Einleiten von Dampf beschleunigt die Destillation ungemein, indem die Destillate rasch übergeführt werden, ausserdem hüllt der Dampf die Destillate ein und schützt sie vor Zersetzung.

Die Destillirblase ist mit Mauerwerk umgeben, und um dieselbe möglichst vor Abkühlung zu schützen, empfiehlt es sich, die abziehenden

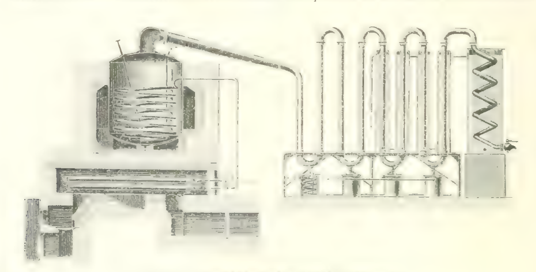


Fig. 3. Destillationsanlage von R. Lehmann.

Heizgase des Dampfüberhitzers nach Bedarf die Wandung der Blase umspülen zu lassen, ehe sie in den Schornstein entweichen. Es wird hierdurch nicht nur ganz wesentlich an Wärme gespart, sondern man gewinnt auch den Vortheil, die Destillation nach Bedarf unterstützen zu können, ohne zu hohe Temperatur anzuwenden, da man es durch einen Schieber bequem in der Hand hat, einen grösseren oder kleineren Theil der abziehenden Heizgase um die Blase zu leiten.

Die Destillirblase ist mit einem Thermometer versehen, welches in die Flüssigkeit taucht, ausserdem wird in der Regel ein Luftventil, Sicherheitsventil und Mannlochverschluss angebracht. Durch bequem angeordnete Ventile hat man es jederzeit in der Hand, nach Bedarf mehr oder weniger überhitzten Dampf durch die Heizschlange oder direkt in die Materialien einzuführen. Ein Helmrohr leitet die Destillate nach dem Kondensator, der auf vorstehender Abbildung als Kondensator zur fraktionirten Scheidung der Destillate nach deren spezifischem Gewichte ausgeführt ist.

Der angewendete Kondensator besitzt Luft- und Gegenstrom-Wasserkühlung und arbeitet deshalb mit einem Minimum von Kühlwasser. Die Abführung der Destillate erfolgt kontinuirlich und gestattet jederzeit eine bequeme und sichere Prüfung derselben. Die spezifisch

schwersten Destillate sammeln sich naturgemäss in der ersten Vorlage; bei richtiger Berechnung des Kondensators lässt sich leicht erreichen, dass aus der letzten Kühlschlange nur Dampf oder Wasser entweicht. Abgesehen von einem Dephlegmator, den man in der Regel in das Helmrohr einzuschalten pflegt, lassen sich mit dem hier beschriebenen Kondensator sehr bequem Vorrichtungen in Verbindung bringen, in denen eine sekundäre Destillation stattfindet, welche naturgemäss reinigend wirkt.

Von Krämer und Flammer sind auch Apparate zur Destillation im Vakuum über freiem Feuer angegeben worden.

Zunächst geht bei der Destillation ein saures Wasser über, das auf Essigsäure (s. das.) verarbeitet wird; dann destillirt rohes Pinolin oder Harzspiritus und schliesslich nach Verstärkung des Feuers rohes, schweres (blaues) Harzöl. Im letzten Stadium muss besonders sorgfältig gekühlt werden, damit sich alle Dämpfe kondensiren. Der im Kessel verbleibende Rückstand kommt als Schmiedepech oder Zusatz zum Schusterpech in den Handel — oder man erhitzt ihn zur völligen Verkokung.

Beim Erhitzen mit direkter Flamme ist aus reinem Material folgende Ausbeute (in Prozenten) erzielt worden:

Pinolin	3,10
Harzöl	85,10
Koks	3,90
Essigwasser	2,50
Gas und Verlust . .	4,00
	98,60

Bei der Wasserdampfdestillation ergaben sich folgende Betriebsresultate:

Pinolin	15,	unter	160°	siedend;
Oel	25,	„	290°	„
Oel	25,	„	315°	„
Oel	12,5,	„	350°	„

Das Vakuumverfahren von Krämer und Flammer lieferte aus 5000 kg Harz:

Harzessenz	150 kg
Blondes Harzöl . . .	2500 „
Blaues Harzöl . . .	850 „
Grünes Harzöl . . .	750 „

Die erhaltenen Harzöle werden vor dem Gebrauch meist einer Raffination unterworfen. Zu dem Ende wird das Pinolin, nachdem es vom Wasser durch Stehenlassen völlig getrennt ist, nochmals destillirt und dann nach Zusatz von Aetzkalk und Wasser rektifizirt. Man erhält nach Thenius aus 100 Thln. rohem, leichtem Harzöl:

Gelbes Kamphin (Pinolin)	10 Thle.
Weisses Kamphin (SG. 0,82 bis 0,83)	60 „
Rückstand	25 „
Verlust	5 „

Es ist auch vorgeschlagen, um die schädlichen Verunreinigungen

der Oele zu vermeiden, das Harz mit Kalk oder Natron zu destilliren. Im letzteren Falle bliebe dann Harznatronseife im Kessel zurück.

Zur Reinigung des rohen Harzöles wird dasselbe entweder mit Schwefelsäure oder mit Natronlauge verrührt und dann mit Wasser gewaschen.

Ein harz- und säurefreies, nicht fluorescirendes und fast geruchloses Oel stellen Krämer und Flammer aus ihrem blonden Harzöl (s. o.) dar, indem sie es in der Hitze mit 6 % Natronlauge behandeln, das Oel ablassen, mit Wasser kochen, vom Wasser trennen, bei 60 bis 80° mehrere Stunden Luft durchleiten und schliesslich die Temperatur auf 110 bis 115° erhöhen.

Durch Mischen mit Salpetersäure stellt Herrburger aus dem Mittelöl (der mittleren Fraktion, die ca. drei Fünftel beträgt) weisses Harzöl dar.

Codöle sind für Schmierzwecke gereinigte Oele, die man aus blauem Harzöl bereitet. Dasselbe wird einen Tag lang mit Wasser gekocht — unter Ersatz des Verdampfenden —, dann mit Aetznatronlauge von 37° Bé. behandelt und destillirt. Das erhaltene Sekunda-Codöl gibt beim Stehen über Gyps sein Wasser ab und wird völlig klar. Wird mit diesem Produkt die ganze Operation wiederholt, so erzielt man ein doppelt rektifizirtes Harzöl, Prima-Codöl.

Die Zusammensetzung der Harzöle ist eine sehr mannigfache. Nach Renard (Mon. scient. 1888; C. r. **105**, 865. Ch. Z. Rep. **1888**. I) enthält das schwere Harzöl:

Diterebentyl $C_{20}H_{30}$ 80 %; Schmelzpunkt über 300°;
Diterebentylen $C_{20}H_{28}$ 10 %;
Dideeen $C_{20}H_{[illegible]}$ 10 %.

Ferner sind Kohlenwasserstoffe C^nH_{2n} [illegible] nachgewiesen worden und ca. 1,3 % verseifbare Bestandtheile.

Eigenschaften. Das technische Fabrikat ist ein gelbes, meist fluorescirendes Oel vom SG. 0,96 bis 0,99, das sich grösstentheils in Alkohol löst. Es reagirt meist sauer.

Verwendung findet das schwere Oel als Schmiermittel (s. oben S. 60), sowie zum Verschneiden von pflanzlichen und Mineralölen. Für ersteren Zweck wird ihm meist durch sogen. Entscheinungsmittel (wie Nitronaphtalin) seine Fluorescenz genommen. Ueber seine Benutzung als Firniss s. w. u. Beim Verbrennen liefert es einen werthvollen Russ. Mischt man dem Kolophonium etc. 10 bis 15 % Codöl zu, so erhält man das Brauerpech. Leichtes Harzöl wird als Ersatzmittel für Terpentinöl benutzt.

Firnisse und Lacke.

Die Firnisse und Lacke sind Flüssigkeiten, die, in dünner Schicht der Luft ausgesetzt, eine feste, glänzende Schicht zurücklassen, welche hart und dabei zähe ist.

Man unterscheidet:

A. 1. Fette Firnisse aus Leinöl und anderen trocknenden Oelen, sowie 2. fette Lacke, Lackölfirnisse, aus Lösungen von Harzen in diesen Oelen bestehend;

B. Spiritus- und Terpentinöllacke (auch flüchtige Firnisse genannt), Lösungen von Harzen in Alkohol oder Terpentinöl.

Ferner dienen als Lösungsmittel für Harze noch: Aether, Kamphoröl, Aceton, Holzgeist etc.

Man verwendet die Firnisse entweder farblos oder mit Kurkuma, Gummigutt, Safran gelb, mit Drachenblut, Orleans, Kornerlack, Sandelholz roth gefärbt. Für Blau wird Indigo verwendet. Neuerdings sind auch die Anilinfarben viel in Gebrauch.

Von den verwendeten Harzen sind anzuführen: Asphalt, Benzoë, Bernstein, Dammar, Elemi, Kolophonium (Fichtenharz), Kopal, Mastix, Sandarak, Schellack, Terpentin.

A. 1. Die fetten Firnisse sind nach ihrer Widerstandsfähigkeit gegen Wärme und Feuchtigkeit am werthvollsten. Hierher gehört:

1. Reiner Leinölfirniss, erhalten durch Kochen von Leinöl für sich oder mit Bleioxyd, Glätte, Braunstein, borsaurem Mangan-

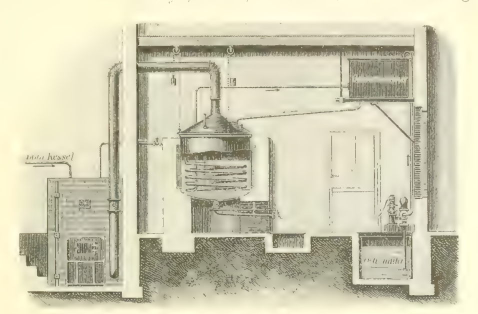


Fig. [illegible]. Firnisskochanlage von R. Lehmann.

oxydul etc. oder durch Schütteln des Oeles mit einer Lösung von basisch essigsaurem Blei.

Ueber die Vorgänge, auf denen das Erhärten der trocknenden Oele beruht, ist oben (S. 48) das Erforderliche gegeben.

Das verwendete Oel sei kaltgeschlagen, möglichst hell und klar; das Kochen desselben nimmt man in halbkugel- oder schalenförmigen Kesseln vor; im Kleinen arbeitet man über Holzkohlenfeuer, im Grossen am besten mit gespanntem Dampf. Da das Oel besonders am Anfang ziemlich stark schäumt, so füllt man den Kessel höchstens zu zwei Dritttheilen. Durch Rühren sorgt man für mannigfache Berührung mit der Luft. Oben am Rande des Kessels wird zweckmässig eine Rinne angebracht, in welche etwa überschäumendes Oel fliesst. Um bei einem Entzünden des Oels sofort das Feuer ersticken zu können, hält man am besten stets einen, den Kessel dicht verschliessenden Deckel bereit. Es ist nicht rathsam, das Oel im Freien zu kochen, da ein in das siedende Oel fallender Regentropfen explosionsartiges Ueberschäumen veranlassen kann; vielmehr arbeite man in leichten, isolirten Schuppen oder feuerfesten Gebäuden mit eisernem Dachstuhl.

Mit ausschliesslicher Beheizung durch überhitzten Dampf sind die Firnisskochanlagen von R. Lehmann (Dresden) eingerichtet.

Bei diesen Dampffirnisskochanlagen wird aus dem Siedhause jegliches Feuer verbannt und hierdurch jeglicher Feuersgefahr wirksam vorgebeugt, ausserdem werden die beim Sieden des Leinöles entstehenden, sehr stark und übelriechenden Dünste durch Verbrennen vollständig zerstört und somit die Fabrik und deren Umgebung geruchfrei gemacht. Fig. 55 stellt die allgemeine Anordnung einer vollständigen Anlage dieser Art dar.

Der Siedekessel ist, um ihn vor Abkühlung möglichst zu schützen, von Mauerwerk umgeben und mit einer aufhebbaren Dunsthaube überdeckt. Die Erwärmung des Leinöles erfolgt durch eine im Innern des Siedekessels befindliche Heizschlange, welche von stark überhitztem Dampfe durchströmt wird. Die Ueberhitzung des Dampfes geschieht in einem Lehmann'schen Dampfüberhitzer, der im Nachbarraume, jedoch in möglichster Nähe des Firnisssiedekessels, Aufstellung findet. Der Dampf wird von irgend einer Dampfkesselanlage dem Ueberhitzer zugeführt, in demselben auf 400 bis 500° überhitzt und mit dieser Temperatur in die Heizschlange des Firnisssiedekessels geleitet. Zur Messung der Temperatur des Dampfes dient ein am Ueberhitzer in die Dampfleitung eingeschalteter Pyrometer, während die Temperatur des Oeles durch ein in dasselbe eintauchendes Thermo-

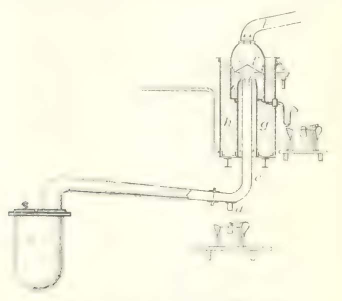


Fig. 55. Firnisskochanlage von F. [illegible]

meter jederzeit angezeigt wird. Unter dem Einflusse der höchst gleichmässigen Temperatur des überhitzten Dampfes findet die Erwärmung des Leinöles ganz allmählich und ruhig statt und wird bis auf etwa 325° gesteigert, wobei das Leinöl in vollem Sieden begriffen ist, ohne indessen allzu leicht überzusteigen. Durch den Ausschluss der starken Hitze des offenen Feuers wird bei den Dampffirnisskochanlagen nicht nur jegliches Festbrennen des Oeles bezw. der üblichen Zusätze an den Wänden und dem Boden des Siedekessels verhütet und hierdurch der Siedekessel vor Beschädigung bewahrt, sondern auch die Möglichkeit geboten, helle und klare Firnisse zu erzeugen, denn die Ursache der vielfach dunklen Färbung des über offenem Feuer gesottenen Firnisses sind meist verbrannte Theile, welche sich in Folge der grossen Hitze namentlich am Boden des Siedekessels ansetzen.

Obwohl ein Uebersteigen des siedenden Leinöles bei diesen Kochanlagen kaum vorkommen kann, so ist doch zur Sicherheit ein hinreichend weites Ueberlaufrohr vorgesehen, welches mit einem vertieft liegenden Sammelbehälter in Verbindung steht, wohinein im Falle des Uebersteigens das Oel fliessen kann, so dass Gefahren, Verluste und Verunreinigungen ausgeschlossen bleiben. Der den Siedekessel verlassende Dampf dient zum Vorwärmen des Leinöles für einen neuen Sud, das hierdurch mit einer Temperatur von 120 bis 150° in den Kessel gelangt. Die Dunsthaube ist mit Ketten über Rollen aufgehängt und lässt sich, da sie durch Gegengewichte ausgeglichen ist, leicht heben; sie mündet in eine Rohrleitung, durch welche die Dämpfe unter den Rost des Dampfüberhitzers geleitet

werden, wo sie geruchlos verbrennen. Um ein etwaiges Zurückschlagen der Flamme zu verhüten, sind besondere Vorkehrungen getroffen. Die Anlagen werden in verschiedenen Grössen für 100 bis 5000 kg Füllung ausgeführt.

Eine andere Vorrichtung zur Beseitigung der beim Firniss- oder auch Lacksieden gebildeten Dämpfe ist G. Flashoff (Hamburg) patentirt (D.R.P. Nr. 52568). Die in dem Siedekessel *a* (Fig. 56) entwickelten Dämpfe werden durch das ableitende Rohr *c*, welches durch ein weiteres Rohr *g* geführt ist, unter eine Glocke *f* geleitet. Das Rohr *g* und die Glocke *f* sind in ein mit Kühlwasser gefülltes Kühlgefäss *h* eingesetzt. Die in dem Rohre *c* durch Verdichtung der Dämpfe entstandene Flüssigkeit wird durch einen Rohrstutzen *d* abgeleitet. Die flüchtigeren Dämpfe werden mit der durch das Rohr *g* angesaugten und an den Wandungen desselben abgekühlten Luft unter einer Kappe *e* gefangen, dabei mit dieser Luft gemischt und so weit verdichtet, dass sich Tropfen theilweise an der Kappe selbst, theilweise an den gekühlten Wandungen der Glocke *f* niederschlagen und in den Raum *n* ablaufen, während die nicht verdichteten Gase mit der angesaugten Luft durch ein mit der Glocke *f* verbundenes Rohr *p* in die Esse entweichen können.

Am häufigsten kocht man das Oel mit Bleiglätte. Man erhitzt zunächst so lange, bis das Oel ruhig fliesst, indem man den gebildeten Schaum abschöpft, dann setzt man 3 % getrocknete Bleiglätte in kleinen Portionen zu und erhitzt mehrere Stunden unter Umrühren. Hierauf lässt man im Kessel erkalten und in Lagerfässern klären. Man benutzt die Oele erst nach mehrmonatlichem Lagern, da sie dadurch bedeutend an Schönheit gewinnen.

Zur Anfertigung bleifreier Firnisse, die besonders werthvoll sind, wenn der Anstrich der Einwirkung von Schwefelwasserstoff ausgesetzt ist, dient borsaures Mangan, von dem man 1 bis 2 % verwendet. Denselben Zweck soll Manganoxyd oder dessen Hydrat in Mengen von 0,25 % erfüllen.

Ueber die Herstellung von Leinölfirniss mit Blei-, Zink- und Manganverbindungen hat T. H. Thorp (Ch. Z. Rep. 1889) eine Reihe von Versuchen angestellt, welche ihn zu nachstehenden Schlussfolgerungen führen. Die Bleitrockner geben dem Oel eine dunkle Farbe, welche sich auch in dünner Schicht mehr oder weniger bemerkbar macht. Zinktrockner scheinen nicht wesentlich auf das Oel einzuwirken, da hiermit bereitete Firnisse langsam trocknen und nicht sehr harte Ueberzüge geben. Mangantrockner liefern in jeder Beziehung die besten Resultate. Von den Bleitrocknern wirkt Bleiglätte am günstigsten, indem das Oel schnell trocknet, nur mässig gefärbt wird, wenn es nicht überhitzt wurde, und einen harten Ueberzug liefert. Von den Zinksalzen scheint das Acetat das beste Resultat zu geben, wenngleich das Borat und Citrat fast eben so gut wirken, und von den Manganverbindungen wirken das Borat und Acetat am günstigsten. Das Acetat erfordert sorgfältiges Arbeiten, da es, wenn die Erhitzung wesentlich über 230° geht, das Oel dunkel färbt, augenscheinlich in Folge von Theerbildung. Den besten Firniss für alle Zwecke liefert unzweifelhaft das Borat. Die Oxalate der drei Metalle sind schwer zersetzbar; wenigstens zeigen sie wenig oder gar keine Wirkung, bevor nicht eine sehr hohe Temperatur erreicht wurde. Die Chloride, Nitrate und Sulfate sind keine guten Trockner. Die beiden ersteren wirken zu heftig auf das Oel, und die letzteren sind sehr schwer zersetzbar, so dass hohe Temperatur erforderlich wird. Die Anwendung der ameisensauren, citronensauren und weinsauren Salze scheint keinen Vortheil zu bieten, da die ersteren beiden leicht viel Theer erzeugen und die letzteren sich schwer zersetzen. Hin-

sichtlich des Verhältnisses zwischen der Menge des gelösten Trockenmittels und dem Grade des Trocknens des Oeles lassen sich aus den Versuchen keine bestimmten Schlüsse ziehen. Die Menge des gelösten Mangans scheint viel geringer zu sein als die des Bleies; 0,2 % Mangan scheinen ein gut trocknendes Oel zu geben, während in den besten trocknenden Oelen ungefähr 1 % Blei enthalten ist.

Um auf kaltem Wege Firniss zu erhalten, reibt man 20 Thle. Leinöl mit 1 Thl. Glätte ab und schüttelt das Oel mehrfach mit klarer Bleiessiglösung, die aus 1 Thl. Bleizucker, 1 Thl. Bleiglätte und 5 Thln. Wasser erhalten ist. Der Anstrich mit diesem Firniss trocknet schon nach 24 Stunden. Um dem Firniss das Blei zu entziehen, braucht er nur mit verdünnter Schwefelsäure geschüttelt zu werden.

Erwähnt sei noch, dass man zur Firnissbildung auch erhitzte Luft durch das heisse Oel gesaugt hat.

Thorne & Brin's Oxygen Company (Ch. Z. 1891. 672) stellen

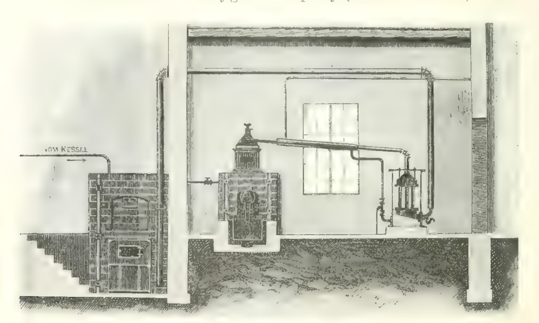


Fig. 57. Schmelzanlage von E. Lehmann.

trocknende Oele durch Behandeln fetter Oele in der Wärme mit Sauerstoff her. Graf & Co. behandeln den Firniss mit Ozon.

2. Fette Lacke, Lackölfirnisse, Oellackfirnisse. Zur Erzielung einer Lösung von Harzen in Oelen müssen erstere zunächst geschmolzen werden. Man bedient sich hierzu kupferner oder besser irdener Gefässe, da in diesen schwieriger Ueberhitzung eintritt und das Harz weniger dunkel wird. Zur gleichmässigen Erhitzung dreht man die Gefässe über der Flamme.

Das wichtigste Harz für die Lackfabrikation ist Kopal. Nach Violette muss es, um sich leicht und vollständig zu lösen, so lange auf 360 ° erhitzt werden, bis 25 % seines Gewichts als Kopalöl[1]) etc. abdestillirt sind. Friedberg fand, dass die geeignete Temperatur, um Kopal zu schmelzen, 128 ° ist.

---

[1]) Dasselbe dient zum Lösen des Kopales. Es mischt sich mit allen Oelen.

Neuerdings ist vorgeschlagen, das Schmelzen des Harzes, speziell Kopal und Bernstein, mit überhitztem Dampf vorzunehmen. Einen geeigneten Apparat hat R. Lehmann (Dresden) konstruirt, der vor dem Schmelzen mit direktem Feuer u. A. folgende Vorzüge bietet: Wesentliche Verminderung der Feuersgefahr; Vermeidung einer Ueberhitzung (Verbrennung) des Kopals, da die Temperatur leicht zu reguliren ist; Wegfall der unangenehmen Gerüche und dafür völlige Gewinnung des Kopalöles. Ferner lassen sich nach Angaben des Erfinders auch minderwerthige Sorten Kopal auf ein gutes Fabrikat verarbeiten. Das Schmelzen der Kopale erfolgt in einem geschlossenen kupfernen Gefässe (Fig. 57), dessen unterer Theil von einem eisernen Mantel umgeben ist und von stark überhitztem Dampfe umspült wird. Durch ein seitlich angebrachtes Pyrometer wird die Temperatur des Schmelzraumes jederzeit angezeigt. Der obere Theil des Apparates, welcher dem Steigen des siedenden Kopals hinreichend Raum gewährt, ist durch eine abnehmbare Haube luftdicht verschlossen. Auf derselben sitzen zwei Füllstutzen, welche zugleich zum Umrühren des Kopales, sowie zur Beobachtung des Schmelzvorganges und Entnahme der Proben dienen. Von der Haube aus werden die stark riechenden Dämpfe durch ein gekühltes Rohr nach einem seitlich stehenden Kühler geleitet, wo sie zu Kopalöl kondensirt werden. Die nicht verdichteten Gase gelangen unter den Rost des Ueberhitzers und werden hier verbrannt.

Vor der Schmelzanlage befindet sich in einer Vertiefung das sogen. Mischgefäss, in welchem der zum Lösen des geschmolzenen Harzes erforderliche Firniss durch den Abdampf auf 120 bis 150° vorgewärmt wird. In dieses Gefäss fliesst der geschmolzene Kopal und wird hier mit dem Firniss gemischt.

In das entleerte Schmelzgefäss bringt man sofort den Kopal für einen neuen Prozess. Eine Reinigung des Gefässes erfolgt von Zeit zu Zeit durch Auskochen mit Natronlauge und folgendes Spülen mit Wasser.

Der zur Beheizung der Schmelzanlage erforderliche Dampf wird in einem Lehmann'schen Dampfüberhitzer überhitzt, welcher in möglichster Nähe der Schmelzanlage, jedoch in einem von dieser durch eine Wand getrennten Raume Aufstellung findet, so dass sich in der eigentlichen Schmelzküche gar keine Feuerstätte befindet. Ein in die Leitung eingeschaltetes Pyrometer dient zur Messung der Temperatur des Dampfes. Mit einem und demselben Ueberhitzer können mehrere Schmelzanlagen beheizt werden; der Dampfverbrauch ist ein sehr geringer.

Vortheilhaft ist es, neben der Schmelzanlage eine kleine Dampffirnisskochanlage aufzustellen. Der Abdampf der Kopalschmelzanlage genügt alsdann in der Regel noch zum Sieden des Leinöls, also zur Herstellung des erforderlichen Lackfirnisses.

Die Schmelzanlage wird in drei Grössen hergestellt:

	1	2	3
Füllmenge des Schmelzgefässes an Kopal in kg .	20 bis 25	30 bis 35	40 bis 50
Mittl. tägl. Leistung an geschmolzenem Kopal in kg	150	200	300
Raumbedarf (ausser Ueberhitzer) in qm	3,5 × 4	4,25 × 5	5 × 6

Nach Violette (D. 183. 402) erleidet übrigens der Kopal und Bernstein dieselbe Veränderung, wenn er in geschlossenen Gefässen — allein oder mit Leinöl resp. Terpentinöl gemischt — auf 350 bis 400 ° erhitzt wird. Hierbei steigt allerdings der Druck auf 20 Atm., und das Verfahren ist daher unrationell.

Da das Harz meist Verunreinigungen enthält, so ist die erhaltene Lösung noch zu filtriren. Hierzu können Trichter mit Baumwollpfropfen dienen; einen neueren Apparat von G. Thurn (Mühlheim a. Rh.) zeigt Fig. 58.

Derselbe besteht aus den Behältern A und B; diese sind einerseits direkt durch die Filtrirkammer q verbunden, in welcher sich zwischen den Siebböden r und r^1 das Filtrirmaterial und die Rohre n und K befinden, andererseits durch die Rohrleitung h o, in welche eine Luftpumpe m eingeschaltet ist. s zu filtrirende Material, welches mit Hilfe der Dampfschlange t erwärmt werden kann, tritt, nachdem die Luft aus A abgesaugt und in B komprimirt ist, durch die Löcher q^1 in die Filterkammer q und läuft durch das Rohr n bezw. k ab. Die Filterkammer steht in einer Schlammschüssel s und kann mit dieser, nachdem das mit ihr fest verbundene Rohr n von dem am unteren Ende von k angebrachten Gewinde abgeschraubt ist, mit Hülfe der Handhaben s^1 aus dem Behälter herausgenommen werden.

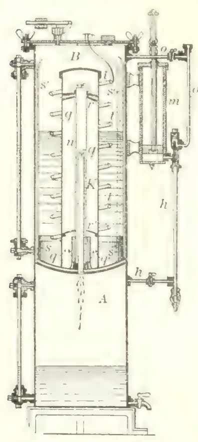


Fig. 58. Filter von Thurn.

B. Spirituslack stellt man durch Lösen von Schellack, Kopal, Sandarak, Mastix, Terpentin, Elemi etc. in Weingeist dar. Er zeigt zwar den Vorzug des schnellen Trocknens unter Bildung eines glänzenden Ueberzuges, doch ist er meist weniger zähe und widerstandsfähig als der fette Firniss.

Zum Lösen der Harze benutzt man mindestens 90grädigem Alkohol. Während der Kopal geschmolzen oder mehrere Tage auf ca. 180 ° erhitzt werden muss, damit er sich löst, ist dies bei den anderen Harzen nicht erforderlich. Der erhaltene Firniss wird vor der Verwendung wie oben filtrirt. Um ihn farblos zu machen, digerirt man ihn mit frisch ausgeglühter Kohle.

Terpentinölfirnisse werden für sich wenig, meist als Zusatz zu fetten Firnissen, verwendet. Sie sind haltbarer als Weingeistfirnisse.

An Stelle des Terpentins wendet man auch leichtes Steinkohlentheeröl, Photogen, Petroleum, Harzöl etc. an.

Zur Herstellung eines Harzölfirnisses (D.R.P. Nr. 54510) wird nach E. Pietzker (Hamburg-Pöseldorf) geschmolzenes Harz, in welchem ein Trockenmittel (z. B. leinölsaures Mangan) gelöst ist, mit unterschwefligsaurem oder schwefligsaurem Alkali, Erdalkali, Blei oder Zink, oder mit den betreffenden Schwefelmetallen erhitzt und durch Zusatz von mit Trockenmitteln behandeltem Harzöl in Firniss ver-

wandelt. Oder Harzöl, in welchem Harz und ein Trockenmittel gelöst ist, wird mit einer der genannten Schwefelverbindungen erhitzt.

Asphaltlack ist eine Lösung von Asphalt in Terpentinöl.

Untersuchung. Eine wichtige Rolle spielt bei der Prüfung der Rohmaterialien die Unterscheidung von Leinöl und Leinölfirniss. Nach Finkener (Mitth. d. Kgl. Vers.-Anst.) sieht Leinöl in einem etwa 15 mm weiten Reagenzglase bei durchfallendem Lichte gelb, Leinölfirniss braun aus. Wird ein Tropfen des Oeles auf einer Glasplatte mit dem Finger zu einer kreisförmigen Schicht von etwa 4 cm Durchmesser ausgebreitet, so fühlt sich das Leinöl nach 24 Stunden noch so schlüpfrig an, wie zu Anfang, während der Firniss klebrig oder selbst fest geworden ist. Schüttelt man 12 ccm des Oeles mit 6 ccm einer Bleioxyd enthaltenden Glycerinlösung in einem Reagenzglase kräftig durch und stellt das Glas dann etwa 3 Minuten in kochendes Wasser, so bildet der Firniss eine salbenartige Masse, das Leinöl dagegen zwei flüssige Schichten, von denen die untere wasserhell ist. Ein auch nur mit 25% Leinölfirniss vermischtes Leinöl lässt sich auf diese Weise von reinem Leinöl unterscheiden. Zur Herstellung der Bleilösung löst man 100 g krystallisirtes essigsaures Bleioxyd in 150 ccm Wasser und 32 g wasserfreiem Glycerin. Die etwas trübe Lösung wird in einer verschlossenen Flasche aufbewahrt. Zur Ausführung des Versuches werden 5 ccm dieser Lösung in einem Reagirglase mit 1 ccm 20%igen wässerigen Ammoniaks vom SG. 0,925 vermischt und dann mit 12 ccm Oel geschüttelt. Die Untersuchung der Lacke selbst kann im Wesentlichen nur eine mechanische sein betreffs der Widerstandsfähigkeit der Lackschicht.

Ein Apparat zur Prüfung des Lackes, zumal für Eisenbahnzwecke, wurde von Jähns konstruirt (zu beziehen von Berghausen, Köln; s. Dammer, Lexikon d. Verfälschungen, Leipzig 1887).

Ueber die Ansprüche, die man an ein in der Malerei verwendetes Oel zu stellen hat, äussert sich Borucki (Techn. Mitth. f. Malerei 1889; Ch. Z. Rep. 1889. Nr. 39) folgendermassen: Die Oele und Firnisse müssen klar und durchsichtig sein, und dürfen erstere weder beim Erwärmen noch bei längerem Stehen Trübungen zeigen (Eiweisskörper, Schleim). Mit Wasser und Alkohol ausgeschüttelt, dürfen die Oele und Firnisse keine sauren Reaktionen geben; im ersteren Falle sind Mineralsäuren, im anderen freie Fettsäuren oder Harz zugegen. Beim Verseifen mit alkoholischer Kalilösung sollen sie keinen unverseifbaren Rückstand hinterlassen (Mineral- und Harzöle). Beim Veraschen darf kein beträchtlicher Rückstand bleiben (Mineralstoffe). Die trocknenden Oele müssen, nach der Methode von Livache behandelt, schon nach 24 Stunden eingetrocknet sein. Die Firnisse müssen, für sich aufgestrichen, in derselben Zeit bei mittlerer Temperatur feste Massen bilden (Thrane, nicht trocknende Oele, Mineral- und Harzöle). Nach dem Verfahren von Livache breitet man 1 g Bleipulver, das durch Fällen einer Bleisalzlösung mit Zink, rasches Waschen des Niederschlages mit Wasser, dann mit Alkohol und Aether und Trocknen im Vakuum erhalten wurde, auf einem Uhrglase aus, wägt und lässt höchstens 0,6 g Oel aus einer Bürette so zutropfen, dass jeder Tropfen für sich zu stehen kommt. Man lässt dann bei mittlerer Temperatur in einem sehr hellen Raume stehen. Die Gewichtszunahme ist bei trocknenden Oelen meist schon nach 18 Stunden beendet, bei nicht trocknenden aber erst nach 6 Tagen.

Kautschuk.

Vorkommen. Als Milchsaft wird von vielen Pflanzen in besonderen Gefässen eine Flüssigkeit ausgeschieden, die durch zahlreiche, in ihr vertheilte sehr feine Tröpfchen von Harz, Wachs, Fett, Stärkemehl, Kautschuk etc. ein milchartiges Aussehen zeigt. Nach Schleiden findet sich Kautschuk in allen milchsaftführenden Pflanzen, wenn auch oft nur in sehr geringen Mengen.

Der in der Technik benutzte Kautschuk stammt von Bäumen, die den Familien der Apocynaceen, Moraceen und Euphorbiaceen angehören. Diese finden sich in Zentral- und Südamerika, in fast ganz Afrika, den beiden Indien, auf dem Indischen Archipel und der nördlichen Hälfte von Australien; sie gedeihen nur in Ländern, deren Temperatur sich zwischen 33 und 42° bewegt. Aus der Familie der Apocynaceen sind die wichtigsten Kautschukpflanzen: Urceola elastica auf Borneo und Sumatra, Hancornia speciosa in Brasilien, mehrere Landolphia-Arten

in Afrika und Willughbeia-Arten auf Borneo, Java, in Hinterindien etc.; aus der Familie der Moraceen: Ficus elastica in Ostindien, Hinterindien, auf den Sundainseln etc. und andere Ficus-Arten, Cecropia peltata in Westindien und Südamerika, Castilloa elastica in Mexiko, Mittel- und Südamerika; aus der Familie der Euphorbiaceen; mehrere Hevea-Arten in Südamerika, Manihot Glaziovii in Brasilien etc. Ueber einige neue Kautschukpflanzen s. a. Holle (A. P. **231.** 667). Ueber den Kautschuk des oberen Orinokko s. Morisse (Ch. Z. 1065).

Ausser Südamerika kommt zur Lieferung des Rohstoffes vor Allem Ostindien in Betracht, wo in einer Provinz allein ca. 100000 kautschukführende Bäume (Ficus elastica) sich vorfinden. In Borneo und Sumatra ist Urceola elastica ebenso zahlreich verbreitet.

Von wachsender Bedeutung ist die Kautschukgewinnung Ostafrikas. (Sadebeck, Die tropischen Nutzpflanzen Ostafrikas, Hamburg **1891**; s. a. Ph. Z. **1891.**)

Ausser in den obigen tropischen Pflanzen findet sich Kautschuk auch im Safte einheimischer — wie von Sonchus oleraceus (Gänsedistel) (D. **247.** 258; **260.** 571; vergl. Ch. Z. Rep. **1886.** 78).

Wenn die die ganze Pflanze durchziehenden Milchsaftgefässe verletzt werden, so fliesst ein Saft von wechselnder Zusammensetzung aus. Adriani (W. J. **1850.** 519) fand den frischen Saft von Ficus elastica von saurer Reaktion und um so gehaltreicher, je näher an dem Boden der Einschnitt gemacht wurde. Der Saft aus der Endknospe enthielt in 100 Thln.

Wasser	82,30 Thle.
Kautschuk	9,57 „
Harz	1,58 „
Magnesiasalz einer organischen Säure	0,36 „
Nicht bestimmte, wasserlösliche Substanz	2,58 „
Kalk- und Natronsalze	Spuren.

In einem importirten Kautschuksaft von dicker Konsistenz und saurem Geruch fand Faraday (D. **20.** 411):

Wasser	56,4
Kautschuk	31,7 „
Pflanzeneiweiss	1,9 „
Bitterstoff	7,1 „
Nicht bestimmte, in Wasser und Alkohol unlösliche Substanz	2,9 „

Geschichte. Indianerstämme Brasiliens haben Kautschuk seit langer Zeit zu Gefässen, Schuhen, Fackeln etc. benutzt, und auch in Ostindien scheint die Verwendung des Kautschuks zu Fackeln, zum Dichten von Körben, in welchen Flüssigkeiten aufbewahrt werden sollen, sehr alt zu sein. Der auf Formen gestrichene und dann eingetrocknete Milchsaft, also der unreine Kautschuk, kam bereits am Anfang des vorigen Jahrhunderts nach Europa, ohne dass seine Natur oder Abstammung erkannt worden wäre. Erst 1735 gab La Condamine an, dass er ein eingetrockneter Milchsaft sei, und 1751 entdeckte Fresneau in Cayenne Kautschuk liefernde Bäume. Roxburgh, in dessen Hände 1810 indisches Kautschuk gelangt war, machte den Kautschukfeigenbaum (Ficus elastica) der Industrie dienstbar. 1761 und 1768 veröffentlichte Macquer seine chemischen Untersuchungen über den Kautschuk; Grossart stellte 1768 Röhren aus Kautschuk dar, indem er Streifen desselben um Glasröhren wickelte; auch benutzte man damals schon den Kautschuk zum Auswischen von Bleistiftstrichen (ein würfelförmiges Stück von 12 mm Seitenlänge kostete 3 Mk.); noch 1820 kannte man kaum andere Verwendungen als zu Verschlüssen und Röhrenverbindungen an chemischen Apparaten, zu elastischen Verbänden, Bougies, Kathetern, luftdichten Firnissen, zum Wasserdichtmachen von Leder und Geweben; 1820 nahm Hancock ein Patent auf elastische Gewebe mit Kautschukstreifen, und 1823 trat Makintosh mit seinem weltberühmt gewordenen wasserdichten Stoff auf. Knetmaschinen gab zuerst Nickels 1836 an, aber seit 1852 wurden dieselben immer mehr durch Walzen verdrängt. Lüdersdorff veröffentlichte 1832 seine Entdeckung, dass dem durch Terpentinöl aufgeweichten Kautschuk die nach dem Trocknen zurückbleibende Klebrigkeit benommen wird, wenn man ihm Schwefel beimischt; Benzinger erreichte 1836 dasselbe durch Schwefelleberlösung, aber erst Goodjear in New Haven (Connecticut) entdeckte 1839 das Vulkanisiren durch Imprägniren

mit Schwefel und Erhitzen, und 1842 kamen die ersten vulkanisirten Kautschukartikel nach Europa. Die übrigen Methoden des Vulkanisirens von Hancock (Eintauchen in Schwefel) 1843, von Keene (Einwirkung von Schwefeldämpfen) 1845 und Parkes (Eintauchen in Chlorschwefel) 1846 erreichten bei Weitem nicht die Bedeutung des Verfahrens von Goodyear, welcher 1852 auch die Darstellung des Ebonits kennen lehrte. In Deutschland erwarb sich Fonrobert Verdienste durch Verbesserung in der Verarbeitung des Kautschuks.

Gewinnung des Rohkautschuks. Zur Gewinnung des Milchsaftes wird in Brasilien eine schwalbennestartige Kapsel aus Thon an den Baum geklebt und hierüber ein Loch in die Rinde gehauen, aus welchem der Saft allmählich in die Kapsel sickert. Inzwischen behandelt man eine Anzahl anderer Bäume in gleicher Art und schöpft dann den ausgeflossenen Saft in ein gemeinsames Sammelgefäss. Ein Baum liefert täglich ca. 1 l Milchsaft und wird von Anfang April bis zum November angezapft. Im folgenden Jahr wird er wieder von Neuem in gleicher Weise benutzt.

In Nicaragua schneidet man die Rinde von Castilloa elastica von oben nach unten zickzackförmig ein und treibt unten eine eiserne Rinne ein, in welcher sich der Saft ansammelt.

Die Rohkautschukdarstellung aus dem Milchsaft findet nach folgenden Methoden statt (vergl. Höhnel, D. 263. 236; Schlessinger, D. 162. 451):

1. Man streicht den Saft auf Thonformen, Kugeln, Flaschen, Schuhe etc. in dünner Schicht auf und trocknet dieselben über einer rauchenden Flamme, bis eine Schicht von 1 bis 5 cm Dicke entsteht. Die Form wird durch Aufschneiden, Zerklopfen oder Einweichen in Wasser entfernt. Das Verfahren liefert die werthvollste Kautschuksorte, den Paragummi.

2. Der Milchsaft wird aus dem Baum direkt in Gruben geleitet, in welchen eine Humusschicht die wässerige Flüssigkeit aufsaugt, während der Kautschuk auf dem Humus zurückbleibt. Das Verfahren ist roh und nur in der heissen Jahreszeit durchzuführen, das Produkt minderwerthig.

3. Man lässt den Saft — mit der doppelten bis achtfachen Menge Wasser versetzt — ruhig stehen, bis sich oben ein dicker Rahm abgesetzt hat, der mit Wasser gewaschen und in der Sonne oder im Rauch getrocknet wird. Die Waare ist gut.

4. Der Saft wird durch Milch, Pflanzensäfte, Säure [1]), Salz- oder Alaunlösung zum Gerinnen gebracht. Das Gerinnsel presst und trocknet man an der Luft oder über Feuer; je nachdem ist die Farbe hell bis schwarzbraun. Das Produkt ist minderwerthig und wasserreich.

5. Man lässt den Saft in flachen Gefässen eintrocknen und erhält ein geschätztes Produkt (Nuvetas, Käsegummi).

6. Der Sammler lässt sich den konzentrirten Saft auf den Arm fliessen und zieht ihn, getrocknet, als Ring ab.

7. Der Saft trocknet am Baum oder unter ihm auf Rindenstücken; so entstehen die stark verunreinigten Ringe, Spindeln, Negerköpfe etc., die zumal aus Afrika kommen.

---

[1]) Neuerdings sollen in Brasilien Schwefel- und Karbolsäure verwendet werden (vergl. Rousseau, Ind.-Bl. 1892. 96).

Die wichtigsten Handelssorten sind folgende:

1. Parakautschuk aus Brasilien; kugelige Flaschen, runde Scheiben und Platten. Er ist ziemlich rein; je feiner und gleichmässiger die einzelnen Schichten sind, aus denen er besteht, um so geschätzter ist er.

2. Kautschuk von Carthagena aus Neugranada bildet wie der westindische grosse Klumpen.

3. Ostindischer Kautschuk, unregelmässige Blöcke, ist minderwerthig.

4. Madagaskarkautschuk wird dem Parakautschuk gleichgeschätzt.

5. Afrikanischer Kautschuk von Gabon, Kongo, Angola etc. ist minderwerthig.

Zusammensetzung des Rohkautschuks. Das Handelsprodukt enthält ausser Wasser (bis über 50%) und Holzstücken (bis über 30%) harzige, fett- und wachsartige Bestandtheile, ätherisches Oel, Farbstoff und Körper unbekannter Natur.

In verschiedenen Sorten ermittelte Payen (D. **123**. 383) den Kautschukgehalt zu 30 bis 70%.

Ueber die in Kautschukarten verschiedener Herkunft gefundenen Verbindungen Dambonit ($C_8H_{16}O_6$ der Dimethyläther des Inosits), Bornesit ($C_7H_{14}O_6$) und Matezit vergl. W. J. **1868**. 771; **1871**. 800; **1873**. 833; A. ch. [6] **12**. 80, 566.

Reinigung des Rohkautschuks. Für fast sämmtliche Verwendungsarten des Kautschuks muss er zunächst von den Verunreinigungen befreit und in eine homogene Masse verwandelt werden.

Seine Eigenschaft, in der Wärme wie Thon plastisch zu werden und die ihm in diesem Zustand gegebene Form in der Kälte zu behalten, erleichtert seine Verarbeitung. Diese beruht auf einem Zerschneiden, Walzen und Kneten des Rohkautschuks.

Der einige Zeit in Wasser gelegte Kautschuk wird durch ein ständig nass gehaltenes, schnell rotirendes Kreismesser je nach seiner Reinheit in Stücke von verschiedener Grösse zerschnitten.

In ganz kleine Stücke muss das sehr unreine Produkt zerschnitten werden; hierzu dienen Holländer, die den in der Papierfabrikation (s. w. u.) verwendeten ähnlich sind.

Die Kautschukspähne gelangen von der Schneidemaschine zwischen zwei Walzen, die sich mit ungleicher Geschwindigkeit drehen und ein zusammenhängendes, braunes Kautschukband liefern.

Knetmaschinen oder Walzwerke verarbeiten den gereinigten Kautschuk in eine homogene Masse.

Eine viel gebrauchte Knetmaschine von Nickel (D. **131**. 436) besteht im Wesentlichen aus einem mit Dampf geheizten Trog, in dem sich zwei einander fast berührende Walzen in entgegengesetzter Richtung bewegen; in die Walzen sind Gewinde sowie mehrere diagonale Kerben eingeschnitten. Der eingetragene Kautschuk wird stark gepresst und von Wasser und Luft befreit.

Bequemer arbeitet man mit zwei nahe stehenden, von innen geheizten Walzen, die sich mit gleicher Geschwindigkeit bewegen und den Kautschuk zu einem zusammenhängenden Blatt zusammenpressen.

Zweckmässig verwendet man auch Knetmaschinen, die den in der Brotfabrikation benutzten ähnlich sind.

Zusammensetzung und Eigenschaften des reinen Kautschuks. Der Kautschuk ist ein Kohlenwasserstoff von der Zusammensetzung $(C_{10}H_{16})n$ und wird als ein polymeres Terpen betrachtet[1]). Er ist mehr oder weniger dunkel gefärbt, in einigen Sorten porös, in anderen ohne Poren. Ausgezeichnet ist er durch seine Elastizität, die mit zunehmender Wärme abnimmt. Wird er ausgezogen und stark abgekühlt, so behält er — auch bei gewöhnlicher Temperatur — seine künstliche Länge, ohne seine Elastizität eingebüsst zu haben. Wird er ausgezogen und auf 115° erwärmt, so behält er ebenfalls seine Länge in der Kälte bei; die Elastizität wird auch in diesem Falle nicht beeinträchtigt. In der Kälte wird er hart, beim Erwärmen wieder weich; frische Schnittflächen haften zusammen. Bei 120° schmilzt er; beim Erkalten bleibt er weich und klebrig und erhärtet erst nach längerer Zeit.

Von Gasen wird er im Allgemeinen nicht durchdrungen (vergl. Graham, J. 1866. 43). Nach Hüfner (J. 1888. 168) absorbirt Kautschuk bei etwa −2° ca. das gleiche Volumen Kohlensäure; besonders leicht werden Aethylen und andere schwere Kohlenwasserstoffe des Leuchtgases aufgenommen, mit welchen Kautschuk sich bis zu 8,6 Gewichtsprozenten beladen kann.

An der Luft oxydirt er sich oberflächlich (vergl. Warren de la Rue und Abel, D. 251. 459; s. a. J. 1865. 577); begünstigt wird die Oxydation, wenn der Kautschuk mit Oelen bestrichen ist (Thomson, D. 259. 569). Ferner wirkt das Licht zerstörend ein, besonders stark auch Kupfer und kupferoxydhaltige Stoffe.

Widerstandsfähig ist Kautschuk auch bei höherer Temperatur gegen verdünnte Säuren und konzentrirtes Alkali; konzentrirte Säure zersetzt ihn.

Ammoniak emulgirt ihn; beim Eindampfen hinterbleibt reiner Kautschuk.

Beim längeren Liegen in Wasser nimmt er — als dünne Scheibe — 18 bis 26% Wasser auf. Im warmen Wasser schwillt er stark an und wird zugänglicher für Lösungsmittel. Aether, Benzin, Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl schwellen ihn stark auf und lösen einen Theil, der aber hartnäckig vom Ungelösten zurückgehalten wird. Aether entzieht ihm ca. 70% einer farblosen Substanz. Als Lösungsmittel sind ferner u. a. angegeben eine Mischung von 92 bis 96% Benzol mit 4 bis 8% Eucalyptusöl und die Flüssigkeit, die beim Leiten von gasförmiger schwefliger Säure über Camphor entsteht. Fette und flüchtige Oele quellen ihn auf und lösen ihn theilweise.

Vulkanisiren des Kautschuks. Die einer weitgehenden Verwendung des Kautschuks entgegenstehenden Eigenschaften desselben sind wesentlich der Einfluss der Temperatur auf seine Elastizität und die beschränkte Widerstandsfähigkeit gegenüber chemischen Agentien.

Fast gänzlich sind diese Uebelstände durch das Vulkanisiren beseitigt worden, d. h. durch die Behandlung des Kautschuks mit Schwefel in der Wärme. Die ersten vulkanisirten Waaren (Schuhe) brachte Goodyear bereits 1842 in den Handel.

Hancock (D. 97. 146; 100. 480; 105. 472) tauchte Kautschuk in geschmolzenen Schwefel von ca. 120°, bis er im Innern gelb war und etwa 15% Schwefel aufgenommen hatte. Die Eigenschaften des Kautschuks ändern sich hierdurch nicht wesentlich; dies geschieht erst durch das Brennen, indem man den Kautschuk je nach seiner Dicke auf ca. 150 bis 190° erhitzt. Auch kann man ihn einem Gemisch von überhitztem Wasserdampf und Schwefeldampf aussetzen.

Rationeller als dies Verfahren ist das von Goodyear eingeführte, nach welchem man Kautschuk mit 12 bis 24% Schwefel in Walz- und Knetmaschinen zu einer gleichartigen Masse mischt und dann erhitzt. Thatsächlich werden vom Kautschuk nur ca. 1 bis 2% Schwefel gebunden; der übrige Theil verflüchtigt sich resp. dient als mechanische

---

[1]) B. 21, R. 573; vergl. Aetherische Oele. Aus Isopren C_5H_8 (durch trockene Destillation von Kautschuk und aus Terpentinöl erhalten) bildete sich nach Tilden's Beobachtung von selbst durch Polymerisation eine kautschukartige Masse.

Beimengung. Ein Zusatz von 6 bis 7 % Schwefel reicht für den Prozess schon aus (vergl. Donath, Z. ang. Chem. 1892. 43). S. a. Analyse.

Das Zuführen des Schwefels erfolgt auch derart, dass man eine mit Schwefel versetzte Kautschuklösung eintrocknet. (Zu unterscheiden von dem später angeführten Vulkanisiren durch Chlorschwefel.)

Das Brennen des Kautschukschwefelgemenges ist einer der schwierigsten Prozesse der Fabrikationen, da eine zu hohe Temperatur ein hornartiges Produkt liefert und bei nicht ausreichendem Erhitzen der Prozess wiederholt werden muss. Im Allgemeinen arbeitet man bei ca. 110 bis 140° und erhitzt verschieden lange Zeit, je nach den Dimensionen des Fabrikats.

Besser als in Vulkanisiröfen lässt sich die Temperatur in Dämpfapparaten reguliren, von denen Fig. 59/60 (Muspratt Bd. IV.) eine Konstruktion zeigen. Der Dampfkessel *aa* ist vorn mit einem gusseisernen Deckel *D* versehen, der durch die Ringe *v* und *u*, sowie durch Schraubbolzen gasdicht an ihm zu befestigen ist. Durch den

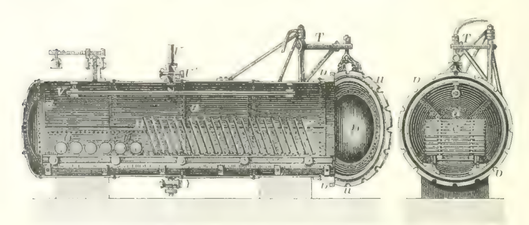


Fig. 59 u. 60. Kautschuk-Vulkanisirungsapparat.

Krahn *T* kann er beim Oeffnen des Kessels bei Seite geschoben werden. Im Kessel befinden sich Wagen mit Gerüsten zum Aufbringen der Kautschukgegenstände; bei *O* befinden sich einige Eisencylinder mit Bufferringen gefüllt, *R* sind Gestelle zum Anlegen der zwischen Eisenplatten eingeklemmten Kautschuktafeln. Durch *U*, *U'* resp. *V* tritt der Dampf ein, bei *Y* werden Luft und Kondenswasser abgeleitet.

Auch überhitzter Wasserdampf, ferner Metallbäder, Chlorcalciumbäder etc. dienen zum Heizen.

Damit keine Formveränderung während des Erhitzens eintritt, legt man die Gegenstände in Formen, welche mit Talkum bestreut werden, um ein Ankleben zu verhüten. Dicke Platten legt man zwischen Eisentafeln, dünne werden mit Zeugzwischenlage auf eine Trommel gewunden.

Gewebe vulkanisirt man zwischen geheizten Walzen, Treibriemen in einer geheizten Presse etc.

Als Ersatzmittel des Schwefels sind verschiedenartige Verbindungen vorgeschlagen:

Burke (D. 115. 304) erhitzte Kautschuk bei 130 bis 140° mit

5 bis 15% Antimontrisulfid; Gérard (D. 154. 78) arbeitete mit 50% Baryum- oder Calciumsulfid bei einer Temperatur bis 150°; Moulton schlug das Sulfid und Thiosulfat des Bleies vor, eventuell unter Zusatz von Magnesia; Turner (D. 144. 23) will einen gegen Hitze widerstandsfähigen Kautschuk durch Vulkanisiren mit Schwefelblei- und Schwefelwismuthverbindungen erhalten.

Gefärbt wird mit Goldschwefel (roth), Zinkweiss etc.

Wesentlich verschieden von dem Vulkanisiren mit Schwefel in der Wärme ist das Verfahren von Parkes (D. 104. 455; 158. 312; 191. 87) ohne Temperaturerhöhung mit einer Lösung von Chlorschwefel. Dicke Gegenstände taucht man 2 bis 3 Minuten in eine Lösung von 1 Thl. Chlorschwefel in 60 bis 80 Thln. Schwefelkohlenstoff; für dünne Stücke wendet man eine konzentrirtere Lösung (30 Schwefelkohlenstoff auf 1 Chlorschwefel) an und taucht nur einige Sekunden ein. Der Prozess wird so lange wiederholt, bis die Lösung tief genug eingedrungen ist. Getrocknet wird dann direkt im warmen Luftstrom oder man wäscht, um die Einwirkung des Chlorschwefels abzukürzen, zuvor in lauwarmem Wasser. Schliesslich wird noch zur Entfernung von anhaftendem Schwefel in Alkalilauge gekocht.

Nach Fawsitt (Ch. Ind. 1889. 414) eignet sich Chlorschwefel am besten zum Vulkanisiren, wenn die Zusammensetzung annähernd der Formel S_2Cl_2 entspricht; ist Schwefeldichlorid, SCl_2, im Präparat enthalten, so muss die Lösung viel stärker verdünnt werden, weil sonst die Einwirkung auf den Kautschuk zu heftig ist. Ausserdem ist die Verwendung von S_2Cl_2 billiger, weil der Gehalt an Schwefel ein höherer ist. Der verwendete Schwefelkohlenstoff muss ebenfalls möglichst rein sein, insbesondere keinen freien Schwefel und keine Substanzen enthalten, welche beim Verdunsten des Schwefelkohlenstoffs zurückbleiben und dem vulkanisirten Kautschuk einen unangenehmen Geruch ertheilen.

Humphrey (D. 191. 87) hat den Schwefelkohlenstoff durch besonders gereinigtes Petroleum ersetzt; auch soll man — nach Parkes — das Lösungsmittel ganz umgehen können, indem man den Kautschuk mit Chlorschwefel zusammenknetet.

Die Wirkung des Chlorschwefels fasst man meist so auf, dass er sich zersetzt, worauf der Schwefel sich mit dem Kautschuk verbindet (denselben vulkanisirt), während das Chlor mit Wasserstoff zu freiwerdender Salzsäure zusammentritt. Nach Thomson (Ch. N. 62. 192; Ch. Z. Rep. 1890. 309) steht aber das Umgekehrte in Einklang mit den Thatsachen, d. h. das Chlor des Chlorschwefels verbindet sich mit dem Kautschuk (vulkanisirt denselben), während der Schwefel frei wird oder nur theilweise mit dem Kautschuk in Verbindung tritt.

Weitere Bestätigungen dieser Auffassung stehen noch aus.

Die Vortheile des Parkes'schen Prozesses sind:

a) Um die Hälfte geringere Kosten als beim Erhitzen von Schwefel und Kautschuk; b) die mit Kautschuk behandelten Stoffe werden nicht angegriffen; c) der Kautschuk ist durchscheinender, haltbarer und elastischer; selbst bei einem Gehalt von 9% Schwefel tritt keine Auswitterung desselben ein.

Als Nachtheile führt man an:

a) Die zu vulkanisirenden Gegenstände dürfen nicht stärker als

3 mm sein; b) sie zeigen oft einen unangenehmen Geruch, der vorzugsweise durch die Anwendung unreiner Lösungsmittel bedingt wird; c) der Schwefelkohlenstoff schädigt die Gesundheit der Arbeiter.

Eigenschaften des vulkanisirten Kautschuks. Das spezifische Gewicht des Kautschuks hat sich auf 1,0 bis 1,5 vergrössert; die frischen Schnittflächen kleben nicht mehr an einander: ferner wird er nicht mehr beim Erwärmen klebrig noch in der Kälte hart.

Der Geruch ist unangenehm, soll aber verschwinden, wenn der Kautschuk mehrere Stunden — mit Kohle bedeckt — auf 50 bis 80° erhitzt wird.

Lösungsmittel quellen ihn weder auf, noch lösen sie ihn wie den reinen Kautschuk, Schwefelkohlenstoff und Aether entfernen aus ihm noch 4 bis 5% unvulkanisirten Kautschuk und überschüssigen Schwefel.

Flüssigkeiten durchdringen ihn schwerer wie reinen Kautschuk.

Die Zunahme der Festigkeit zeigen u. a. Fawsitt's Versuche (l. c.): Fäden von 4,31 cm Länge und 2,3 + 1,8 mm Stärke rissen nach dem Vulkanisiren erst bei einer Belastung mit 3,18 kg und dehnten sich dabei bis auf 33,65 cm aus, während vor dem Vulkanisiren (die Fäden waren durch Erhitzen weich gemacht) eine Belastung von 337 g das Zerreissen bewirkte und die Ausdehnung nur 12,7 cm betrug. (Der Gehalt an Schwefel betrug in den gut vulkanisirten Proben 0,68 bis 1,9%, durchschnittlich 1,25%.)

Thomson und Lewis (Ch. N. 64. 169; Ch. Z. 365) untersuchten den Einfluss, den verschiedene Metalle, Metallsalze, Säuren und Oxydationsmittel auf Kautschuk ausüben. Eine dünne Schicht Kautschuk wurde auf Papier ausgebreitet und nach dem kalten Verfahren mit Chlorschwefel in Schwefelkohlenstofflösung vulkanisirt. Nach Einwirkung der verschiedenen Substanzen wurde nun deren Einfluss durch Zerreissen des Papiers zwischen den Fingern festgestellt, wobei die feine Kautschukschicht frei wurde, so dass sie gedehnt und festgestellt werden konnte, ob die elastischen Eigenschaften beeinträchtigt waren oder nicht. Von den Metallen hatte namentlich Kupfer einen schädlichen Einfluss, und zwar in weit höherem Maasse als die anderen Metalle. Verhältnissmässig geringere Wirkung, die aber noch immer deutlich hervortrat, hatten entsprechend der Reihenfolge Platin, Palladium, Aluminium, Blei. Dagegen hatten Magnesium, Zink, Kadmium, Kobalt, Nickel, Eisen, Chrom, Zinn, Arsen, Antimon, Wismuth, Silber, Gold keinen Einfluss. Von den Metallverbindungen zerstörten Kautschuk vollständig: Kupfersulfat, Kupferchlorid, Kupfernitrat, Kupferferrocyanid, Kupferoxyd, Kupfersulfid, Arsenjodid, Silbernitrat, Strontiumchlorat, Vanadiumchlorid, Manganoxyd, Wismuthchlorid. Bedeutende Schädigung veranlassten, ohne jedoch völlige Zerstörung zu bewirken: Eisennitrat, Natriumnitrat, Urannitrat, Ammoniumvanadat. Nur geringen Einfluss zeigten Bleichromat, Eisensulfat, Zinkacetat, Zinkchlorid, Zinnperoxyd, Zinnperchlorid, Chromsäure, Bleiborat. Ganz besonders auffallend ist, einen wie hohen Einfluss selbst geringe Mengen Kupfer auf die Haltbarkeit des Kautschuks ausüben. Die Ansicht, dass Schwefelsäure Kautschuk schädige, ist unrichtig. Salpetersäure zerstört Kautschuk, Schwefelsäure schwärzt es wohl, macht es aber anscheinend elastischer, doch nur verdünnte Schwefelsäure, Salzsäure, Chromsäure, Citronensäure, Weinsäure sind ohne Einfluss. Ebenso auffallend wie die Wirkungslosigkeit der Chromsäure ist diejenige von Wasserstoffsuperoxyd.

Gegenstände aus Kautschuk halten sich am besten unter Abschluss von Luft in einer Petroleum- oder Ammoniakatmosphäre; in einer solchen von Schwefelkohlenstoff erweichen hartgewordene Gegenstände (Hempel).

Entschwefelter vulkanisirter Kautschuk.

Der vulkanisirte Kautschuk hat noch einige wesentliche Mängel. Der überschüssige Schwefel — nur 1 bis 2% werden chemisch gebunden — wittert allmählich an der Oberfläche aus und veranlasst ein Hartwerden des Kautschuks; ferner veranlasst er in längerer Berührung mit Metall die Bildung von Schwefelmetallen. Schliesslich wird die Widerstandsfähigkeit des vulkanisirten Kautschuks gegenüber chemischen Agentien auch eingeschränkt.

Man hat daher ein Entschwefeln derart vorgenommen, dass man

den vulkanisirten Kautschuk nach dem Brennen noch mit Aetzlauge kocht. Der in dieser Weise erhaltene Kautschuk ähnelt im Aussehen dem unvulkanisirten, hat aber die Eigenschaften des vulkanisirten.

Henriques (Ch. Z. 1893. 708) macht darauf aufmerksam, dass man diese Waare nicht als Patentkautschuk bezeichnen darf, wie vielfach angegeben wird. Man versteht vielmehr unter „Patentgummiwaaren" alle diejenigen, die aus Patentplatten gefertigt werden, d. h. aus solchen, die nicht durch Walzen des Rohgummis, sondern durch Schneiden von Kautschukblöcken hergestellt sind. Zur Fabrikation dieser Platten werden im Mastikator (Knetmaschine) kleinere Blöcke von gut gereinigtem Rohkautschuk hergestellt und mehrere solcher Klumpen vermittelst stark wirkender hydraulischer Pressen zu einem grösseren Block vereinigt. Dieser muss nun derart gehärtet werden, dass er bei gewöhnlicher Temperatur sich glatt schneiden lässt. Man erreichte das früher vielfach dadurch, dass man die Blöcke auf Monate in den Erdboden vergrub, wobei allmählich Härtung eintrat. Heutzutage bedient man sich zu diesem Zwecke wohl ausnahmslos der Kältemaschinen, in denen man die in den Presscylindern verbleibenden Kautschukblöcke einer niedrigen Temperatur aussetzt, um dieselben schnell in schneidbaren Zustand überzuführen. Vermittelst Schneidemaschinen werden dann aus den Blöcken Platten von beliebiger Dicke hergestellt. Charakteristisch für die Patentplatten ist die feine Riffelung, die man an den schwarzen Schläuchen des Laboratoriums wahrnehmen kann und die auf die Einwirkung des Schneidemessers zurückzuführen ist. Mit Gewissheit kann man allerdings sich nicht darauf verlassen, dass Waaren, die diese Riffelung zeigen, auch wirklich aus Patentplatten gefertigt sind, da man vielfach minderwerthigen gewalzten Platten, um ihnen das Ansehen jener zu geben, vor der Vulkanisation einen Stoff aufdruckt, dessen Struktur sich auf die noch weiche Platte überträgt und hier ähnliche Eindrücke hinterlässt, wie das Messer bei der geschnittenen Platte. Von den Patentplatten wird nun der weitaus grösste Theil vulkanisirt, indem man die Platten durch eine Lösung von Chlorschwefel in Schwefelkohlenstoff oder Benzin hindurchzieht, oder sie mit Chlorschwefeldämpfen in geschlossenen Räumen behandelt, dann die Waaren bei höherer Temperatur trocknet und mit verdünnter Natronlauge abspült. In geringem Maasse werden auch Patentplatten mit Schwefel vulkanisirt. Die früher übliche Methode, die Waaren in geschmolzenen Schwefel zu tauchen, ist verlassen, hingegen kann man die Platten mit Schwefelblumen beiderseits bestreuen und im gewöhnlichen Vulkanisationsofen schwefeln.

Guttapercha.

Vorkommen. Guttapercha findet sich fein vertheilt im Milchsaft einiger zur Familie der Sapotaceen gehörenden Bäumen. Palaquium Gutta Hook., welcher früher hauptsächlich Guttapercha lieferte, ist ausgerottet, und man gewinnt gegenwärtig Guttapercha im Indischen Archipel aus P. oblongifolium Burck auf Sumatra, Borneo, Malakka, Riau, P. borneense Burck auf Borneo, P. Treubii Burck auf Banka, doch scheinen die beiden letzten Arten in ihrer Heimath auch ausgerottet zu sein. Auch Payena Leerii Benth. et Hook. im malayischen Gebiet liefert Guttapercha, welche aber leicht faserig wird und weniger elastisch ist.

Geschichtliches. Guttapercha wurde in ihrer Heimath von den Eingeborenen zu Axtstielen etc. benutzt. In Singapore lernten sie Montgomery und Joze de d'Almeida kennen; ersterer legte sie 1842 der Indischen Compagnie,

letzterer 1843 der Asiatischen Gesellschaft in London vor. Die ausgezeichneten Eigenschaften der Guttapercha riefen sehr schnell eine bedeutende Nachfrage hervor, und schon 1845 wurden 224 Ztr. in England eingeführt. 1882 betrug die Einfuhr in England 72044 Ztr. Die Guttapercha des Handels stammt fast ausschliesslich von Malakka und Niederländisch-Indien und geht zum grössten Theil über Singapur.

Die Gewinnung des Milchsaftes fand in den ersten Jahren des Exportes in rohester Weise durch Umhauen der Bäume statt; später schritt man zum Anzapfen derselben, ähnlich wie beim Kautschuk.

Der Saft gerinnt kurz nachdem er ausgeflossen ist und wird dann zu Blöcken zusammengeknetet.

Zur Extraktion der Guttapercha aus den Blättern und Zweigen des Guttaperchabaumes liess sich D. Rigole ein Verfahren patentiren (Am. P. 195757). Er behandelt die Blätter und Zweige mit Toluol, zieht die erhaltene Guttaperchalösung vom Boden des Behälters aus in einen Kessel ab und verdampft in diesem das Lösungsmittel, um es nach der Kondensation von Neuem zur Ex-

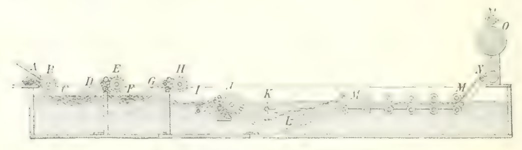


Fig. 61. Reinigungsapparat für Guttapercha.

traktion von Guttapercha zu verwenden. Nach Mittheilungen von Henriques (Ch. Z. 1893. 1068) scheint das Verfahren wenig aussichtsvoll zu sein.

Die Reinigung der Rohguttapercha bezweckt die Entfernung von vorhandenem Sand, Holz- und Rindenstücken etc., sowie eine gleichmässige Vermischung.

Nach dem Verfahren von Hancock (Harzer, Kautschuk und Guttapercha) werden die Blöcke zunächst zerschnitten und die Spähne in Wasser von 100° gebracht; die Holz- und Rindentheilchen saugen Wasser auf, werden dadurch schwerer und sinken zu Boden, während die Guttapercha oben schwimmt. Sie kommt nun unter die schiefe Ebene *A* (Fig. 61), wird hier durch zwei Rollen gegen den mit Messern besetzten Cylinder *B* gedrückt und fällt dann bei *C* in den Trog mit heissem, durch Dampf fortwährend auf 100° erwärmtem Wasser. Während hier wieder Unreinigkeiten zu Boden sinken, kommt die leichtere Guttapercha auf das Tuch ohne Ende *D*, welches sie wieder zu einem zweiten, dem ersten gleichen Zertheilungscylinder *E* bringt; von da geht sie hinter *F* auf das Tuch *G* und dann zum Cylinder *H*. Von diesem kommt sie auf das Tuch ohne Ende *I* und wird von hier zu einem Cylinder *J* getrieben, der mit dicken Messern besetzt ist; hier gelangt die Guttapercha zwischen die Messer des Cylinders und die ähnlichen unbeweglichen einer gekrümmten Platte, wie bei dem Grundwerk eines Holländers in der Papierfabrikation. Die Guttapercha wird

tüchtig zerrieben und dadurch fähig, zusammenzuballen; sie geht dann über das Drehkreuz *K*, mittelst des Tuches *L* zwischen 5 Paar Walzen von *M* nach *M'*, wo sie durch das letzte Tuch ohne Ende *MN* zwischen die Walzen *N* gebracht wird, die das Wasser auspressen. Nun wird die Guttapercha, um ihr die zur weiteren Verarbeitung geeigneten Formen zu ertheilen, auf ein Walzwerk mit glatten Walzen *O* gebracht, wo Blätter von beliebiger Dicke erhalten werden, oder man bringt sie zwischen kannelirte Walzen, die sich in entgegengesetzter Richtung drehen und die Guttapercha, je nach der Form und Grösse der Kannelirungen, in Streifen oder Bänder verschiedener Form zerschneiden.

Nach einem verbesserten Verfahren werden die Spähne nach dem Waschen in heissem Wasser zu Ballen zusammengedrückt und in einen Cylinder gebracht, in welchem eine mit gezackten Zähnen besetzte Trommel schnell rotirt. Die hier gebildeten feinen Guttaperchafäden werden in Wasser gespült, in welchem die Verunreinigungen zu Boden sinken. Durch heisses Wasser werden die Fäden zusammengeballt und in einer Knetmaschine [1]) in der Wärme behandelt, so dass Luft und Wasser völlig ausgepresst wird und eine gestaltlose Masse resultirt.

Zusammensetzung und Eigenschaften der reinen Guttapercha. Die Guttapercha ist wahrscheinlich mit dem Kautschuk isomer; sie zeigt ebenfalls die Zusammensetzung $(C_{10}H_{16})n$.

O. Oesterle hat die Guttapercha einem eingehenden Studium unterzogen, als dessen wesentlichste Resultate folgende hervorzuheben sind: 1. Die Guttapercha besteht aus den wohl charakterisirten Körpern Gutta, Alban und Fluavil. Daneben enthält sie Guttan, einen sehr unbeständigen, in seinen physikalischen Eigenschaften der Gutta ähnlichen Körper. Ausserdem enthält die Rohguttapercha des Handels Gerbstoffe, Salze etc. 2. Die Gutta ist ein rein weisser, amorpher Kohlenwasserstoff der Formel $(C_{10}H_{16})n$, welcher bei 53° schmilzt und Brom unter Bromwasserstoffentwickelung bindet. 3. Das Alban ist körnig-krystallinisch, schwach gelblich, schmilzt bei 195° und hat die Zusammensetzung $C_{40}H_{64}O_2$. Aus Alkohol krystallisirt es in kleinen, glänzenden Schüppchen, welche sich in Aether, Petroläther, Amylalkohol, Chloroform, Benzol, Toluol, Eisessig etc. lösen. Durch Erhitzen desselben mit alkoholischer Kalilauge im geschlossenen Rohre auf 150° gelangt man zu einem Kohlenwasserstoff Alben. 4. Das Fluavil ist gelb, amorph, schmilzt zwischen 82 bis 85° und hat die Zusammensetzung $(C_{10}H_{16}O)n$. 5. Das Guttan ist sauerstoffhaltig, unbeständig, zähe, in Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, beim Erwärmen auch in Aether, Terpentinöl, Petroläther löslich und scheidet sich aus diesen Lösungsmitteln beim Erkalten pulverförmig ab. 6. Bezüglich des Werthes, den die einzelnen Bestandtheile für die Handelswaare haben, ist zu bemerken, dass die Gutta die charakteristischen Eigenschaften der Guttapercha: Dehnbarkeit, Elastizität und das Vermögen, bei Temperaturerhöhung plastisch zu werden, besitzt. Das Alban beeinträchtigt die guten Eigenschaften der Guttapercha nicht, das Fluavil dagegen setzt, sobald es in einer Sorte in beträchtlicher Menge auftritt, den Werth der Guttapercha herab. 7. Gegen chemische Agentien sind sämmtliche Bestandtheile der Guttapercha sehr widerstandsfähig, welcher Eigenschaft letztere ihren Werth verdankt. (A. P. 1892. **230**. 641; Ch. Z. Rep. **1892**. 9; s. a. Ch. Z. **1893**. 1067.)

Die reine Guttapercha ist eine grauweisse Masse von eigenthümlichem, kautschukähnlichem Geruch, die sich lederartig anfühlt. Sie ist sehr schwach porös und ist in völlig luftfreiem Zustand schwerer als Wasser.

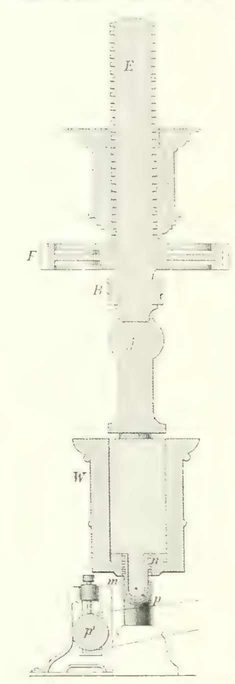
Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie zähe und unelastisch; in der Wärme wird sie weich und plastisch; sie wird bei 25° biegsam, lässt sich bei 48° unter starkem Druck kneten und bei 55 bis 60° zu Fäden ausziehen. Bei 120° schmilzt sie unzersetzt und lässt sich kochen.

Löslich ist sie leicht in Chloroform und Schwefelkohlenstoff, in warmem Benzol, Terpentinöl etc. Absoluter Alkohol löst sie theilweise und fällt die Lösungen. An der Luft oxydirt sie sich leicht; auch Sonnenlicht wirkt zerstörend

[1]) Vergl. bei „Brot". Eine Knetmaschine der Siemens'schen Telegraphen-Bauanstalt (London) s. Heinzerling in Muspratt's Chemie.

ein. Abwechselndes Trocknen und Befeuchten, zumal im Licht, macht sie brüchig und harzig. Verdünnte Säuren und konzentrirte Alkalilaugen greifen sie nicht an. Konzentrirte Salzsäure greift sie wenig an, andere konzentrirte Säuren zerstören sie.

Zur Unterscheidung von Kautschuk gibt Payen u. a. Folgendes an: Wenn man Guttapercha zu dünnen Blättern walzt oder zu Stricken zieht, so verhält sie sich wie eine faserige Substanz, was beim Kautschuk nicht der Fall ist. Ein Streifen, welchen man von einem dünnen Blatt Guttapercha abschneidet, lässt sich in einer Richtung, nämlich in einer Linie mit der Faser, bedeutend strecken, aber er reisst bei jedem Versuch, ihn quer zu dieser Linie zu strecken. Ein Kautschukblatt kann man in allen Richtungen gleich gut strecken. Untersucht man dünne, stark gespannte Blätter dieser zwei Substanzen im Polarisationsapparat, so bemerkt man einen auffallenden Unterschied in der Textur. Der Kautschuk zeigt wenig oder keine Farbenveränderung, während die Guttapercha schöne Erscheinungen darbietet; sie scheint aus Prismen von den mannigfaltigsten Farben gebaut zu sein, welche gleichsam in einander verflossen sind.



Vulkanisirte Guttapercha

wird in ähnlicher Weise wie vulkanisirter Kautschuk bereitet, doch wendet man meist weniger Schwefel an. Hancock empfahl, die Guttapercha mit einer Mischung von ca. 12 % Schwefelmetall und 2 % Schwefel auf 125 bis 145° zu erhitzen.

Verwendung finden Kautschuk und Guttapercha zu den mannigfachsten Zwecken, von welchen besonders zu erwähnen sind: die Isolation der Telegraphenkabel, die Herstellung

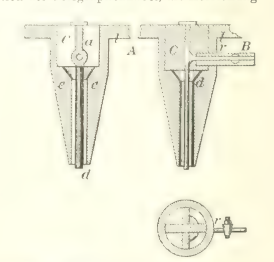


Fig. 62, 63, 64, 65. Presse für Kautschukfaden und Kautschukröhren.

von Röhren, Schläuchen, wasserdichten Geweben, Firnissen, Bufferringen, Druck- und Färbewalzen, Stempeln, medizinischen und Gebrauchsgegenständen.

Durch die gekennzeichneten Eigenschaften des Kautschuks ist ohne Weiteres das Prinzip der speziellen Fabrikation gegeben: der

plastische Kautschuk — mit Schwefel gemischt — wird in die geeignete Form gepresst und dann erhitzt. Hier sei nur die Herstellung der Röhren beschrieben, wie sie Aubert (D. 130. 188) angegeben hat.

Die benutzte Presse zeigt Fig. 62 im Durchschnitt. *W* ist der Presscylinder, der den Kautschukteig enthält, *J* der Presskolben, der an einem Scharnier beweglich (vergl. die punktirte Stellung) ist, damit man den Cylinder *W* füllen kann. An den Cylinder schliesst sich die Form *m* an, aus welcher der gepresste Gegenstand auf ein Tuch *p* ohne Ende gleitet, das sich über Walze *p'* bewegt.

Die Form *m* liefert Kautschukfäden; für Röhren wird die Form *l* Fig. 63, 64 in den Boden des Presscylinders (bei *n*, Fig. 62) eingeschraubt. *C* ist ein in ihr befindliches, aus vier plattenförmigen Armen bestehendes Kreuz, an welchem der Kern *d* befestigt. Indem der Kautschukteig in den Presscylinder gepresst wird, tritt er durch die Zwischenräume zwischen den Armen des Kreuzes in *a* ein, wird weiterhin in den Zwischenraum zwischen *e* und *d* getrieben und tritt in Form einer Röhre unten aus demselben wieder heraus. Damit die Kautschukröhre sich nicht zusammenlege und an ihrer Innenwand zusammenklebe, ist der Kern *d* hohl, und seine Höhle kommunicirt seitlich durch einen der Arme des Kreuzes und die Wand von *a* hindurch mit einer Röhre *r*, die mit einem Wasserbehälter in Verbindung steht. Wenn die Kautschukröhre auszutreten beginnt, wird sie an dem eben austretenden Ende zusammengedrückt, wobei durch Zusammenkleben der Ränder dieses Ende sich schliesst. Man öffnet dann den an dem Rohre *r* angebrachten Hahn *B*. Die Kautschukröhre füllt sich nun in dem Maasse, wie sie entsteht, gleich mit Wasser, wodurch man bewirkt, dass sie ihre Form behält und im Innern nicht zusammenkleben kann.

Die Bewegung des Presskolbens wird durch Spindel *E*, Zahnrad *F* und *B* veranlasst. Den Auf- und Niedergang veranlasst ein besonderer Mechanismus, der im Original beschrieben ist.

Der Kautschuk wird in feinen Schnitzeln verwendet, die durch Uebergiessen mit Schwefelkohlenstoff, Holzgeist etc. in eine teigartige Masse verwandelt werden. Auf dem Transporttuch *p* verdunstet das anfänglich zugesetzte Quellmittel.

Aehnlich stellt man meistens die Guttapercharöhren her: ein vorheriges Einquellen der Guttapercha ist hier nicht erforderlich, man presst sie direkt — mit Schwefel gemischt — aus. Das Erhitzen der Röhren behufs Vulkanisirung erfolgt auf einem Dorn in einer Presse durch Dampf- oder Luftheizung.

Nach einem anderen Verfahren wird ein Blatt aus mit Schwefel gemischtem Kautschuk um eine Röhre (Dorn) gelegt, so dass die beiden Ränder aufstehen. Schneidet man nun mit einer warmen Scheere dicht am Dorn ab, so kleben die Ränder zusammen. Die so erhaltene Röhre wird, um sie zu vulkanisiren, auf dem Dorn und mit Leinwand umwickelt erhitzt. Lange Röhren erhält man durch spiralförmiges Rollen eines Kautschukbandes über einen Dorn.

Ueber den Einfluss der Zumischung verschiedener organischer und mineralischer Füllstoffe auf die Festigkeit der Fabrikate, ihre Elastizität, Isolirfähigkeit, Haltbarkeit und Widerstand gegen chemische Agentien haben Heinzerling und Pahl (Verh. Gew. 1891. 415; 1892. 25) ausführliche Untersuchungen angestellt.

Gehärteten Kautschuk, Hartgummi, Ebonit, hornisirte Guttapercha,

erhält man durch längeres Vulkanisiren von Kautschuk oder Guttapercha mit viel Schwefel (bis 75 %) oder Schwefelmetallen — unter Zusatz verschiedener Füllstoffe, wie Gyps, Kreide, Harze, Farbstoffe etc. — als feste, verschieden gefärbte Masse, die zu Kämmen, Griffen etc. Verwendung findet.

Die Fabrikation der wasserdichten Kautschukstoffe behandelt ausführlich C. O. Weber (Z. ang. Ch. 631, 661). Zu besonderer Blüthe gelangte die neue Fabrikation in Manchester, und gegenwärtig ist diese Stadt noch immer das Centrum der Waterproof-Industrie, deren Einführung in Amerika, Deutschland und Frankreich erst neueren Datums ist. Das beste Rohmaterial ist der Parakautschuk, indessen werden auch bedeutende Mengen sogenannter Kautschuksurrogate verarbeitet, obwohl eine minderwerthige Sorte Kautschuk selbst dem besten Oelsurrogate weit überlegen ist. Vielfach wird regenerirter Kautschuk angewendet, der aus den beim Zuschneiden der Stoffe erhaltenen Abfällen wiedergewonnen wird. Dieser „recovered rubber“ ist mehr oder weniger vollständig vulkanisirt und muss deshalb mit frischem Kautschuk zusammen verarbeitet werden; er enthält in Folge der Behandlung bei der Regeneration oft geschwefelte Fettsäuren und Fette in löslicher Form, welche die sogenannte Selbstzersetzung wasserdichter Stoffe herbeiführen können. Weber gibt eine Methode zur bezüglichen Untersuchung regenerirten Kautschuks an.

Die beiden hauptsächlich verwendeten Oelsurrogate (Factice) werden dargestellt: 1. Durch Behandlung von Colzaöl, seltener einer Mischung von Colza- und Ricinusöl, mit etwa 20 % Schwefelchlorür und 2. durch Einwirkung von Schwefel auf gewisse Oele, am besten Ricinusöl. Beide Produkte sind sehr elastisch gegen Druck, besitzen aber fast gar keine Zugfestigkeit. Ersteres wird meist in solchen Kautschukmischungen angewendet, welche nach ihrem Aufbringen auf die Stoffe mit Schwefelchlorür vulkanisirt werden sollen, während man das zweite gebraucht bei Gemischen, die von vornherein freien Schwefel enthalten und nach dem Auftragen in höherer Temperatur der Vulkanisirung unterzogen werden. Alle aus fetten Oelen erzeugten Surrogate sind wegen der Verseifbarkeit ihres Ausgangsmateriales mit grösster Vorsicht anzuwenden. Nach C. O. Weber hat man Aussicht, vorzügliche Surrogate durch Kondensation oder anderweitige Kuppelung der ungesättigten Kohlenwasserstoffe zu erhalten. Mineralische Zusätze dienen a) zur Beschwerung; b) als Hülfsmittel bei der Vulkanisirung; c) zur Färbung. Unter a) sind zu nennen: Kreide, Schwerspath, Bleioxyd, Zinkkarbonat, Zinkweiss, Schwefelzink und Lithopone; unter b) Zinksulfid, Antimonsulfid, Antimonzinnober, Bleithiosulfat und Bleioxyd, welches letztere gleichzeitig zur Bindung des in der Praxis überschüssig angewendeten Schwefels (5 bis 6 % statt erforderlicher 1,5 %) dient. Zu c) sind anzuführen: Lampenruss, Ocker, Eisenoxyde, gewisse Pflanzenbraune. Sorgfältig hat man Kupfer-, Mangan- und chromsäurehaltige Pigmente, selbst in den geringsten Mengen, zu vermeiden. Als Lösungsmittel, bei denen man auf Geruchlosigkeit und einen Siedepunkt von höchstens 140° zu achten hat, verwendet man Theerkohlenwasserstoffe und Petro-

leumbenzin, von denen sich erstere, und zwar eine Mischung von Xylol und Cumol, am meisten empfehlen. Hinsichtlich der Vulkanisirungsmittel Schwefel und Schwefelchlorür ist besonders bei letzterem analytisch die Reinheit, d. h. festzustellen, ob ein Ueberschuss weder von Schwefel, noch von Chlor in Form von Schwefelchlorid vorhanden ist. Im Original wird eine einfache und sichere Methode für diesen Zweck mitgetheilt. Als Lösungsmittel für das Chlorür dient Schwefelkohlenstoff, welcher stets vollkommen wasserfrei sein muss und deshalb zweckmässig über gebranntem Kalk gelagert wird. Die als Unterlage für die Masse dienenden Gewebe aus Baumwolle, Wolle, Seide verhalten sich ganz indifferent gegen Kautschuk; schädigend wirken kann nur ein Gehalt an thierischen oder pflanzlichen Oelen und an den oben schon genannten Metallen, die sich etwa in der Farbe des Gewebes befinden.

Die genannten Rohmaterialien werden zu einer völlig homogenen Mischung verarbeitet, deren Zusammensetzung nur von dem Verfahren abhängt, nach welchem die Kautschukmasse auf die Stoffe aufgetragen werden soll. Dieses Ueberziehen geschieht nach drei Methoden, von denen die folgende die schönsten Produkte liefert. Der Kautschuk, zusammen mit grösseren oder kleineren Zusätzen von Surrogat, färbenden Beimengungen, Bleioxyd und Schwefel, wird zwischen erhitzten Walzen zu einer homogenen Masse verarbeitet und mechanisch unter Anwendung von Lösungsmitteln in einen Teig verwandelt. Dieser wird mit Hülfe von Maschinen, auf die Rückseite der Gewebe aufgestrichen und dann entweder durch Trockenvulkanisation bei höherer Temperatur oder durch Behandlung mit Chlorschwefel vulkanisirt. Vielfach werden wasserdichte Stoffe hergestellt, die aus zwei mit ihren Rückseiten durch eine Kautschukschicht zusammengekitteten Tuchlagen bestehen. Bei dem ersten Verfahren verwendet man einen Ueberschuss von Schwefel, und zwar 6 %, welche bei 130° 2 Stunden lang einwirken. Einen geeigneten Vulkanisirofen hat Warrington konstruirt. Ausserordentlich geeignet für die Vulkanisirung von wasserdichten Stoffen ist die Parkessche Schwefelchlorürmethode, bei welcher eine Lösung von Chlorür in Schwefelkohlenstoff verwendet wird. Mit dieser Lösung darf der zu vulkanisirende Artikel nur während eines Augenblickes in Berührung kommen und hierzu dient ein Apparat, der mit einer Modification zur Vulkanisirung gedoppelter Stoffe versehen ist. Der fertiggestellte wasserdichte Stoff wird schliesslich durch Verhängen in heissen Kammern, durch die fortwährend ein Strom auf 100° erhitzter Luft streicht, von dem ihm anhaftenden unangenehmen Geruch befreit.

Kautschuksurrogate.

Durch Einwirkung von Chlorschwefel auf Fettkörper erhielt Sommer (D.R.P.) elastische, zähe Körper, die Kautschuk ersetzen sollen oder ihm zugemischt werden können. Sie kommen als Factice (Faktis) in den Handel. Um bei der Darstellung die Heftigkeit der Reaktion zu mildern, setzt man dem Fettkörper indifferente, schwer flüchtige Körper, wie Paraffin, Vaseline etc., zu. Die gebildete Salzsäure wird durch eine Base, besonders Kalk, neutralisirt, oder man leitet am Schluss der Reaktion trockene Gase durch, die mit basischen Stoffen gesättigt sind.

Feste Fettkörper, welche sich nur schwierig mit Chlorschwefel

umsetzen, wie Stearin, thierischer Talg, Kuhbutter, Kakaobutter, Kokosnussöl, japanisches Wachs, Bienenwachs, Walrath, Carnaubawachs, vermischt man geschmolzen mit pulverisirtem Kalkhydrat ($^1/_6$ bis $^1/_3$ vom Gewicht des Chlorschwefels) oder einem anderen Neutralisationsmittel, vereinigt die warme oder heisse Mischung mit dem Chlorschwefel (13 bis 15 % vom Fettkörper) und erwärmt sie noch 1 bis 2 Stunden, bis der Geruch nach Chlorschwefel verschwindet. Einen Ueberschuss von Kalkhydrat kann man durch Absetzenlassen des heiss zu erhaltenden Gemisches entfernen (D.R.P. Nr. 50282; 50543; 1890).

Neuerdings hat sich Henriques ein verbessertes Verfahren zur Bereitung von Kautschuksurrogaten (weisse Faktis[1]) aus trocknenden Oelen und Chlorschwefel patentiren lassen (D.R.P. Nr. 73045). Das Verfahren unterscheidet sich von der bekannten Behandlung trocknender Oele, wie Lein-, Rüb-, Mohn-, Hanf- und Baumwollsamenöl, mit Chlorschwefel dadurch, dass man die Oele vor dieser Behandlung oxydirt, um schwefel- und chlorarme nicht klebrige Kautschuksurrogate zu erzielen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass genannte Oele, wenn man sie vorher bei höherer Temperatur der Luft aussetzt, wobei sie bekanntlich Sauerstoff absorbiren und die in ihnen enthaltenen Glyceride der Leinölsäure-Reihe in Glyceride von Oxyfettsäuren übergehen, sämmtlich bereits mit 18 % Chlorschwefel und weniger, je nach der Menge des aufgenommenen Sauerstoffs, in sogen. Faktis umgewandelt werden, ja beim Leinöl kann man mit 10 % Chlorschwefel auskommen. Man erhält so Produkte, welche nur 4,5 bis 6,5 % Schwefel und etwa gleich viel Chlor enthalten und wie die Faktis des Handels krümelige, elastische Massen bilden, welche in allen Lösungsmitteln fast unlöslich sind, von alkoholischen Alkalilaugen aber unter Elimination des Chlors zu schwefelhaltigen Fettsäuren von gleichem Schwefelgehalt verseift werden. Die gewonnenen schwefel- und chlorarmen Faktissorten liefern bei Zumischung zu Kautschuk Waaren, welche stets weich und geschmeidig bleiben, während Kautschukwaaren, denen gewöhnliche Faktissorten von höherem Schwefel- und Chlorgehalt zugesetzt sind, im Laufe der Zeit brüchig und schlecht werden.

In Faktis aus nicht oxydirten Oelen fand Henriques (Ch. Z. **1893**, 635, 916) nicht wesentlich abweichende Mengen von Chlor und Schwefel (s. dagegen Thomson, Ch. Z. Rep. **1890**, 309).

Ueber kautschukartige Produkte, die bei der Oxydation trocknender Oele entstehen, s. Livache (Ch. Z. **1891**, 259). Bouchardat und Tilden (l. c. 205) stellten aus Isopren durch Behandeln mit Salzsäure Kautschuk dar.

Nach Raves gewinnt man einen Mineralkautschuk aus den theerigen Rückständen von der Reinigung des Erdöles durch Schwefelsäure, indem man den sauren Theer mit etwas mehr Eisenspähnen, als dem Gehalte an Schwefelsäure entspricht, zusammenknetet, nach einigem Stehen mit kochendem Wasser auslaugt und die Theermasse durch Erhitzen verdickt; die dabei entstehenden Kohlenwasserstoffe können als Naphta verwandt werden. Die verdickte Masse, Mineralkautschuk, ist

[1] Im Handel kennt man ausser den schwach gelben, weissen, elastischen Faktis aus Oelen und Chlorschwefel noch die braunen, klebrigen Faktis, die aus Oelen und Schwefel bereitet sind.

so elastisch und zäh wie Gummi. 2 Thle. des sauren Theers liefern etwa 1 Thl. des gereinigten Bitumens. Erhitzt man dasselbe noch weiter, so entweichen grosse Mengen flüchtiger Bestandtheile, und etwa 0,6 vom Gewichte des weichen Bitumens bleiben als eine im Naphta lösliche Masse zurück; dieselbe ist fast so hart und zäh wie Ebonit, bildet einen ausgezeichneten Nichtleiter für die Elektrizität und wird von Säuren und Alkalien nicht angegriffen. Im heissen Zustande ist die Masse geeignet zum Ausfüllen von Formen und kann als Ersatz für Papiermaché dienen. Das Bitumen löst sich leicht in Petroleum und Naphta und bildet einen zähen, schwarzen Lack, welcher vollkommen wasserdicht ist und an Metallen festhaftet. Ueber andere Surrogate s. Henriques in Ch. Z. **1893**. 1066.

Die Regenerirung von Kautschuk spielt namentlich in Amerika eine grosse Rolle, da dort grosse Mengen[1] gebrauchter Gummigegenstände zur Verarbeitung gelangen. Zur Regenerirung dienen im Wesentlichen zwei Verfahren. Nach dem ersten wird der Kautschuk fein gemahlen, durch Sieben von den Stofftheilen getrennt und dann bei etwa 6 Atm. Druck gedämpft und eventuell zu Platten gewalzt. Nach dem zweiten Verfahren zerreisst man das Rohmaterial zwischen kannelirten Walzen in Stücke von etwa 1 qcm Grösse, kocht dann zur Zerstörung der Gewebsstoffe mit verdünnter Schwefelsäure, filtrirt, spült mit sodahaltigem Wasser und trocknet. Dann wird die Waare fein gemahlen und, wie oben, gedämpft. Auch dieses Produkt kann zu Platten gewalzt werden, wird aber auch als Pulver versendet. Die wichtigste Operation scheint das Dämpfen zu sein, bei dem ein Devulkanisiren durch Oxydiren erfolgt; die gebildete Schwefelsäure wird durch die alkalischen Beimengungen gebunden. Analysen von regenerirtem Kautschuk theilt Henriques mit; sie zeigen, dass der „regenerirte Kautschuk" aus einer, zwar von Gewebstheilen befreiten und wenig Vulkanisationsschwefel enthaltenden, im Uebrigen aber ziemlich unveränderten, geringklassigen Gummimischung besteht.

Von Amerika wird viel derartig regenerirter — keineswegs entschwefelter oder gar reiner — Kautschuk hier importirt.

Untersuchung. Bei der Untersuchung der Rohmaterialien spielt der Gehalt an Wasser und mechanischen Verunreinigungen eine wichtige Rolle. Durch Trocknen, Lösen und Veraschen ermittelt man dieselben.

Quantitativer Nachweis anderer eingetrockneter Milchsäfte oder Harze ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden.

In Fabrikaten der Kautschuk- und Gummiindustrie bestimmt Henriques (Ch. Z. **1892**. 1595, 1623, 1644; **1893**. 634, 707) den Gesammtschwefel durch Oxydation mit Salpetersäure und folgendes Schmelzen mit Sodasalpeter; das Verfahren ist praktischer und genauer als das Schmelzen allein.

Bei dieser Gelegenheit werden auch die anorganischen Bestandtheile ermittelt.

Vorhandene Schwefelverbindungen lassen sich nach Henriques am zweckmässigsten durch Erhitzen mit Petroleum ermitteln, wobei Vulkanisirungsschwefel und Kautschuk in Lösung gehen.

Die öligen Kautschuksurrogate bestimmt Henriques (l. c.) mittelst alkoholischer Natronlauge.

Ueber die Analyse technischer Kautschukwaaren hat Kissling (Ch. Ind. **1888**. 217) Untersuchungen angestellt; neuerdings hat hierüber Henriques (Ch. Z. **1893**. 634, 707) werthvolle Angaben gemacht.

Ueber die an Kautschukgegenstände zu stellenden Forderungen. (Ch. Z. **1894**. 329.) Die von van Leent und C. A. Lobry de Bruyn (Ch. Z. **1894**. 309) ausgeführten Untersuchungen über eine grosse Zahl verschiedenster Kautschukgegenstände haben Letzteren dazu geführt, für öffentliche

[1]) Nach Henriques (Ch. Z. 1065, 1266) werden in den Vereinigten Staaten jährlich 16 Millionen Pfund gebrauchter Gummischuhe aufgearbeitet.

Verdingungen nachstehende Forderungen aufzustellen. Obgleich diese augenblicklich nur noch einen vorläufigen Charakter tragen, so können sie doch jedenfalls, wie die Erfahrung schon gelehrt hat, dazu beitragen, bei Lieferungen die Qualität der Kautschukwaaren zu erhöhen.

1. Extraktprobe (nach Henriques). 3 g des zu dünnen Blättchen oder Stückchen geschnittenen Kautschukgegenstandes dürfen beim Kochen während 6 Stunden mit 50 ccm einer 6%igen Lösung von (durch Alkohol gereinigtem) Aetznatron in Alkohol (von 96 Vol.-%) nur um so viel ihres Gewichtes verlieren, dass dieser Verlust, bezogen auf den aschenfreien Kautschuk, höchstens 8% beträgt. Im alkoholischen Extrakt dürfen nur Schwefel und Kautschukharze anwesend sein. (Man lässt nach dem Auswaschen die Kautschukblättchen über Nacht in Wasser stehen und trocknet bei 100°.)

2. Trockene Wärmeprobe. 2 g des zu dünnen Blättchen oder Stückchen geschnittenen Kautschukgegenstandes werden 2 Stunden lang in einem (im Voraus) auf 135° erwärmten Ofen erhitzt. Es soll der abgekühlte Kautschuk seine Eigenschaften ganz beibehalten haben. Es dürfen die Stückchen höchstens 1,5% ihres Gehaltes an aschenfreiem Kautschuk verlieren.

3. Nasse Wärmeprobe. Ein beliebiges Stück des Kautschukgegenstandes wird in einem halb bis zwei Drittel mit Wasser gefüllten Rohre 4 Stunden auf 170° erhitzt. Es soll nach der Erhitzung der Kautschuk seine Eigenschaften ganz beibehalten haben.

4. Aschenbestimmung. 0,5 bis 1 g des Kautschuks werden in einem Porzellantiegel erst auf einer kleinen Flamme abgedampft, dann vorsichtig eingeäschert. (Für besondere Fälle sei u. A. auf die Arbeit von Henriques hingewiesen.)

Für den Schwefelgehalt wird keine Maximalzahl vorgeschlagen, da die Kenntnisse über den Einfluss des Schwefelgehaltes jetzt noch zu unvollkommen sind. Vielleicht empfiehlt sich 5% als Maximalzahl, obwohl sich Gegenstände mit 7% auch gut bewährt haben.

Was die Art der Asche betrifft, so glaubt C. A. Lobry de Bruyn, es sei am besten, für die meisten Kautschukgegenstände eine bestimmte Asche zu fordern; er schlägt dafür Zinkweiss vor. Kautschukgegenstände, die mit Säuren etc. in Berührung kommen, sollen nur solche Bestandtheile, die von Säuren nicht angegriffen werden (wie $BaSO_4$, $PbSO_4$), enthalten, und zwar so viel, wie möglich ist, ohne dass die Gegenstände zu hart oder unelastisch werden. Waaren, die mit Oel in Berührung kommen (z. B. die Klappen für Dampfmaschinen, die den Dämpfen der heissen Cylinderöle ausgesetzt sind), halten sich sehr lange gut, wenn sie z. B. mit 70% Zinkweiss angefertigt sind.

Für rothen Kautschuk kann man eine Vulkanisirung mit Schwefelantimon fordern. (Von van Leent und L. de Bruyn sind auch einige rothe Kautschuksorten untersucht, die Eisenoxyd enthalten.) Es wird angenommen, dass diese Kautschuksorten besser sind als die mit Schwefel vulkanisirten; gewöhnlich sind sie auch theurer. Sonst ist es jedenfalls nicht deutlich, weshalb man für technische Zwecke, rothe statt graue benutzen soll.

Der Aschengehalt kann innerhalb ziemlich grosser Grenzen schwanken, ohne dass die elastischen Eigenschaften eines Kautschukgegenstandes deshalb in hohem Grade sich ändern, eben weil die Elastizität abhängt von der Temperatur und Zeit der Vulkanisirung und vom Schwefelgehalt. So kann es Kautschuksorten geben mit z. B. 25 und 50% Zinkweiss, welche dennoch in ihrer äusserlich wahrnehmbaren Elastizität und Biegsamkeit übereinstimmen. Wünscht man bei Lieferungen eine bestimmte Elastizität, so müssen gute Musterstücke vorgelegt werden. Diese soll man in mit Petroleumdämpfen gesättigten Blechkasten aufbewahren und von Zeit zu Zeit gegen neue umwechseln (Hempel, B. 1882. 15. 914). Kautschuksorten, die für sehr viele Zwecke dienlich sind, können mit 45 bis 50% Zinkweiss angefertigt werden; andererseits auch in besonderen Fällen aschenfreie oder weniger Asche enthaltende Kautschuksorten nöthig sein. Ein Aschengehalt von 50% bietet auch noch den Vortheil, dass die Kautschukgegenstände billiger angefertigt werden können. Guter Para-Kautschuk z. B. kostet 10 bis 12 Mk. pro 1 kg; Zinkweiss 40 bis 50 Pf., Kautschukwaaren mit 50% Zinkweiss, die nur 5 Mk. pro 1 kg oder weniger kosten, können schon nicht gut und haltbar sein. Es wird beim Beurtheilen des Werthes von Kautschukgegenständen der Aschengehalt bis jetzt so gut wie gar nicht berücksichtigt.

Wirthschaftliches. Die Jahresproduktion an Kautschuk wurde veranschlagt im Jahre:

1862 auf ca.	400 t
1873 auf ca. .	7 500
1882 auf über	20 000

In Brasilien erntete man meist Parakautschuk:

1883/84 .	10 163 t	1886/87 .	13 395 t
1884/85	11 885	1887/88	15 766
1885/86 .	12 835	1889/90	16 500

Guttapercha wurde von Singapore ausgeführt, und zwar fast ausschliesslich nach England:

1844	100 kg
1845 .	10 208
1847	561 478
1858 .	724 800

Der Import an Kautschuk und Guttapercha betrug in:

England:

Jahr	Kautschuk		Guttapercha	
	kg	Pfund Sterling	kg	Pfund Sterling
1869	136 421	1 134 585	15 398	95 616
1870	152 118	1 597 528	34 514	196 951
1890	ca. 13 200 000	ca. 2 500 000	ca. 3 500 000	ca. 800 000

Frankreich importirte:

1869 880 586 kg, 1870 815 382 kg, 1871 1 128 617 kg.

Im deutschen Zollgebiet war der Import und Export an Rohstoffen und Fabrikaten der Kautschukindustrie (Stat. Jahrb. f. d. D. R.) folgender:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhr		Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
	I. Rohstoffe.				2. Fabrikate.			
1880	1 912	13 383	172	1 289	820	6 637	2 118	14 609
1881	1 937	12 589	129	900	828	6 605	2 254	15 603
1882	1 998	15 388	149	1 225	754	6 738	2 457	18 356
1883	2 002	17 419	132	1 188	786	7 287	2 587	20 326
1884	2 670	18 688	218	1 634	833	6 731	2 756	19 397
1885	2 366	16 563	136	1 022	786	5 835	2 833	21 497
1886	2 155	16 163	179	1 433	834	6 208	2 895	21 781
1887	2 515	18 863	211	1 687	954	6 741	2 803	20 711
1888	3 202	22 415	344	2 582	1 066	5 987	3 025	20 464
1889	4 011	28 076	682	5 112	1 241	6 468	3 148	21 555
1890	3 889	31 114	858	7 291	1 516	8 543	3 054	22 844
1891	4 406	26 435	754	4 904	1 480	8 132	2 822	20 119

Das Holz.

Vorkommen. Das Holz ist in Waldungen Europas am reichlichsten vorhanden in Russland, Skandinavien, Oesterreich-Ungarn, Frankreich, in der Türkei und in Deutschland. Auch die grossen Waldschätze Nordamerikas haben schon für Europa industrielle Bedeutung erlangt.

Zusammensetzung. Das Holz, die Hauptsubstanz des Stammes und der Aeste der Bäume und Sträucher, besteht aus Zellen und Gefässen, die von Holzfaser gebildet werden und den Saft enthalten. Die Holzfaser ist bei sehr jungen Pflanzen aller Wahrscheinlichkeit nach reine Cellulose. Mit dem Wachsthum verdicken sich aber nicht nur die Zellwände, sondern es lagert sich in den Zwischenräumen zwischen den einzelnen Zellen die sogen. „inkrustirende Substanz“, das Lignin ab, das noch nicht genügend chemisch erforscht ist, aber der Cellulose jedenfalls sehr nahe steht. Ihre Beimengung erhöht den Kohlenstoffgehalt und erniedrigt den Sauerstoffgehalt der Holzfaser im Vergleich mit der Cellulose, wie folgende Tabelle zeigt:

	Cellulose	Holzfaser	Holz (mittlere Zusammensetzung)
Kohlenstoff	44,44 %	52,65 %	49,2 %
Wasserstoff	6,17	5,25	6,1
Sauerstoff	49,39	42,10	44,7

Der Saft, dessen Menge in den einzelnen Holzarten sehr wechselt, in allen aber bei Beginn der Vegetationsperiode am grössten ist, besteht aus Wasser, in welchem Calcium-, Kalium- und Natriumsalze etc. und organische Substanzen (Kohlenhydrate, Pektin- und Eiweisskörper bei allen Pflanzen; Gerbstoffe, Farbstoffe, Harze u. s. w. bei einzelnen) gelöst oder suspendirt sind. Das Holz wird nie in grünem Zustande benutzt, sondern erst nach kürzerem oder längerem Lagern, wobei es Wasser verliert und lufttrocken (mit einem Wassergehalte von 10 bis 20 %) wird. Beim Trocknen tritt eine Volumenverminderung ein, das Holz schwindet; an feuchter Luft nimmt es wieder Wasser auf, es quillt. Erfolgt das Schwinden nicht gleichmässig in allen Theilen, so wirft sich das Holz, es zieht sich, reisst. Will man noch mehr Wasser entfernen, als durch Trocknen an der Luft möglich ist, so muss man das Holz einer höheren Temperatur, die aber unter 160° liegen muss, aussetzen, es darren[1]).

Während die elementare Zusammensetzung bei allen Holzarten annähernd dieselbe ist, zeigen die physikalischen Eigenschaften, und unter ihnen namentlich die spezifischen Gewichte grosse Verschiedenheiten. Das spezifische Gewicht der kompakten Holzsubstanz ist zwar annähernd gleich (1,5),

---

[1]) Für die Verwendung von Holz in Eisenhütten etc. ist es vortheilhafter, es durch Erhitzen auf 270° bis höchstens 280° in Braun- oder Röstholz überzuführen, da dieses sehr viel weniger hygroskopisch als das gedarrte Holz ist und bei der Operation ausserdem werthvolle Nebenprodukte erhalten werden.

das spezifische Gewicht der verschiedenen Holzarten ist aber abhängig von der Grösse der Gefässe, der Stärke ihrer Wände und der Grösse der zwischen den Gefässbündeln liegenden, mit Luft gefüllten Raume. Bei ein und derselben Baumart sprechen grössere oder geringere Trockenheit, Alter und die Verhältnisse des Standorts mit.

Für die technische Verwerthung des Holzes kommt weniger sein spezifisches Gewicht als das Gewicht eines Festmeters (1 cbm Holzsubstanz) und besonders der Derbgehalt in Betracht. Unter letzterem versteht man bei aufgeschichtetem Holz die Menge in kg, welche ein Raum von 1 m in der Breite, Länge und Höhe enthält. Dieser Derbgehalt ist natürlich ausser von den Umständen, die das spezifische Gewicht bedingen, auch von der Art und Form der Holzstücke (Nutz- und Brennscheiter und -knüppel, Reisig, Rinde) abhängig.

Je nach den spezifischen Gewichten und nach der anatomischen Struktur der Hölzer, welche einen grösseren oder geringeren Widerstand gegen Bearbeitungswerkzeuge bedingt, unterscheidet man harte (Ahorn, Weissbuche, Rothbuche, Esche, Ulme, Eiche) und weiche (Fichte, Föhre, Tanne, Lärche, Birke, Erle, Pappel, Weide, Linde).

Gegen Wasser oder Luft allein ist Holz unter gewöhnlichen Bedingungen ziemlich widerstandsfähig. Kurze Einwirkung von Wasser, wie beim Flössen, vermehrt sogar, wahrscheinlich wegen Entfernung der leicht zersetzlichen Extraktivstoffe, die Dauerhaftigkeit des Holzes. Gleichzeitige oder rasch auf einander folgende Einwirkung von Wasser und Luft führt zum Stockigwerden (Weissfäule), zum Vermodern und zur nassen Fäulniss (Rothfäule).

Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege. Sieht man von den Verfahren ab, durch welche Stoffe, die nur in bestimmten Holzarten und Rinden enthalten sind, wie Gerb- und Farbextrakte, ätherische Oele und Harze, gewonnen werden können, so ergeben sich für die chemische Verwerthung des Holzes zwei Wege:

A. Man setzt das Holz einer 160° übersteigenden Temperatur aus. Bei dieser trockenen Destillation, der Verkohlung, gewinnt man Holzkohle, Holzessig, Holzgeist, Holztheer und Leuchtgas.

B. Man behandelt das Holz mit chemischen Agentien und gelangt dadurch zu Cellulose und Oxalsäure. Gährungsfähigen Zucker bezw. Aethylalkohol hat man ebenfalls auf diesem Wege darzustellen versucht (Lindsey und Tollens, Ch. Z. Rep. **1892**. 102).

Geschichtliches. Das Holz wurde als Brenn- und Baumaterial schon seit den ältesten Zeiten verwendet. Auch die Beobachtung, dass bei der trockenen Destillation des Holzes neben Kohle noch andere Produkte auftreten, ist jedenfalls schon sehr alt. Plinius erwähnt, dass das dabei erhaltene Pech zum Verstreichen der Fugen an Schiffen verwendet wurde. Die sauren Destillationsprodukte fanden erst bei den Alchymisten Beachtung. Glauber beschreibt in seinem Werke Miraculum mundi 1658 die Bildung des Holzessigs auf diesem Wege. Lange unterschied man aber die so gewonnene Essigsäure, die brenzliche Holzsäure, von der bei der Destillation von Zucker, Gummi, Manna gewonnenen, der brenzlichen Schleimsäure, welche die Alchymisten ebenfalls zuerst beobachteten, bis Fourcroy und Vauquelin in der zweiten Hälfte des 18. Jahrh. ihre Identität nachwiesen. Lowitz gelang es 1793, aus dem Holzessig die reine Essigsäure darzustellen. Ph. Lebon (1799) liess sich die Herstellung von Holzgeist und Holzessig patentiren. Taylor lehrte 1812 den Methylalkohol gesondert gewinnen. Die ersten grösseren Anlagen zur Holzverkohlung, die aber bald wieder aufgegeben wurden, entstanden 1819 zu Hausach in Baden. Gegenwärtig wird die Verkohlung des Holzes mit Gewinnung der Nebenprodukte besonders in Frankreich, Schweden und Mitteldeutschland betrieben.

A. Die Produkte der trockenen Destillation des Holzes.

Allgemeines.

Erhitzt man Holz in geschlossenen Gefässen, so entweicht nach den Untersuchungen Violette's[1]) bis 150° nur Wasser (D. 123. 117).

[1]) Nach Gillot beginnt die Zersetzung der Holzes schon wenig über 100°.

Von 150° ab tritt eine Zersetzung des Holzes ein, und man erhält bis 280° Produkte, die hauptsächlich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen und 63,8% vom Gewichte des wasserfreien Holzes ausmachen. Unter ihnen nehmen die Säuren der Fettsäurereihe und der Methylalkohol eine technisch wichtige Stellung ein. Von 280 bis 350° erhält man 6,5% gasförmiger Kohlenwasserstoffe, von 350 bis 430°, wo die Zersetzung des Holzes als abgeschlossen zu betrachten ist, flüssige und feste Kohlenwasserstoffe. Zurück bleibt Kohle (18,87%).

Steigert man die Temperatur sehr schnell auf einen hohen Grad, z. B. durch Einschieben des Holzes in glühende Eisencylinder, so erhält man hauptsächlich gasförmige Kohlenwasserstoffe. Zurück bleiben 8,96% Kohle.

Aus diesen Untersuchungen ergibt sich, dass es bei der Gewinnung von Essigsäure und Methylalkohol aus Holz angebracht ist, die Temperatur allmählich bis auf höchstens 280° zu steigern. Abgesehen davon, dass man so die höchste Ausbeute an Essigsäure (5%) und Methylalkohol (0,5 bis 0,75%) erhält, gewinnt man als Rückstand in den Retorten 37% Röstholz (Rothholz, Lypoxyl-Fettholz), dessen Werth als Heizmaterial etwa 50% grösser ist als der des gewöhnlichen Holzes.

Die unter den angegebenen Bedingungen ausgeführte trockene Destillation liefert ausser dem festen Rückstande Gase, während sich in den Vorlagen eine Flüssigkeit ansammelt, die sich nach kurzem Stehen in zwei scharf getrennte Schichten sondert. Die obere, der Holzessig, ist wässerig, rothbraun gefärbt, reagirt stark sauer und riecht empyreumatisch. Ihr spezifisches Gewicht schwankt zwischen 1,025 und 1,050. Die untere, der Holztheer, ist dick, schwarz, ölig. Bei Destillation sehr harzreicher Hölzer erhält man als oberste Schicht des Destillates ein rohes Terpentinöl.

Folgende Tabelle gibt eine Uebersicht über die Produkte der trockenen Destillation des Holzes.

Gase.

Kohlensäure	Acetylen
Kohlenoxyd	Aethylen
Sumpfgas	Propylen
Wasserstoff	Butylen

Holzessig.

Ameisensäure	Methylfurfurol
Essigsäure	Aceton
Propionsäure	Methyl-Aethylketon
Buttersäure	Methylpropyl- und Methylisopropylketon
Valeriansäure	Dimethylacetat
Capronsäure	Valerolacton
Crotonsäure	Essigsäure-Methyläther
Isocrotonsäure	Brenzcatechin
Angelikasäure	Pyroxanthin, Eblanin (?)
Brenzschleimsäure	Ammoniak
Methylalkohol	Methyl-, Dimethyl- und Trimethylamin
Allylalkohol	
Aldehyd	
Furfurol	

Theer.

Toluol	Kreosot [1])	
Xylol	Eupion	Reichenbach
Cumol	Picamar	
Cymol	Mesit (Aceton)	
Reten	Pittakall [2])	
Chrysen	Kapnomor	
Paraffin	Cedriret [3])	

Die Verkohlung des Holzes in der Technik.

Die Verkohlung des Holzes kann entweder in Meilern oder in Oefen oder Retorten erfolgen. Bei der ersteren Art ist eine Gewinnung der Nebenprodukte unmöglich. Sie soll deshalb hier nur kurz berührt werden.

a) Waldköhlerei. Das Holz, welches in Meilern verkohlt werden soll, wird von einer Baumart und einer Sorte (Scheiter-, Ast- oder Prügelholz) genommen. Es muss lufttrocken und gesund sein. Stammholz wird entrindet.

Man unterscheidet stehende und liegende Meiler. Bei den stehenden Meilern schichtet man rund um einen vertikal stehenden Pfahl, den Quandel, Scheite aufrecht, so dass sie schwach gegen ihn geneigt sind, oder theilweise horizontal. Die Zwischenräume werden mit dünnem Astholz oder zweckmässiger mit Kohlenklein ausgefüllt. Dicht an den Quandel legt man Brände (halbgar gebranntes Holz) von einer früheren Operation, Reisig oder dergl., die durch einen an der Basis des halbkugeligen oder paraboloïdischen Haufens von aussen bis zum Quandel führenden Kanal entzündet werden. Besser nimmt man als Quandel drei durch Querriegel verbundene Stämme, die eine Rinne zwischen sich lassen. Durch diese werden glühende Kohlen und Reisig eingeführt. Damit das Holz nicht mit Flamme verbrennt, bewirft man den Meiler mit Rasen und bedeckt diesen noch mit einer Schicht aus Erde und feuchtem Kohlenklein. Diese Decke wird über der Haube am stärksten gemacht, geht aber nicht bis zum Fusse, sondern stützt sich auf eine etwa 16 cm hohe Reisigschicht, die Luft zu- und Verkohlungsgase abziehen lässt. Nachdem man den Meiler angezündet hat, sorgt man durch starken Luftzug für eine schnelle Steigerung der Temperatur, damit keine Explosionen (Schlagen, Werfen) eintreten. Die Wasserdämpfe verdichten sich zum Theil an der Decke (Schwitzen, Bähen) des Meilers. Die austretenden sind dunkelgelb gefärbt. Sobald sie heller werden, beginnt das Treiben des Meilers. Man leitet in dieser Periode die Verkohlung von der Haube allmählich nach unten und von dem Quandel nach aussen. Entstehende Hohlräume müssen sofort ausgefüllt, Risse in der Decke verstopft werden. Die Theerdämpfe leitet man durch am Boden eingestossene Löcher (Fussräume) ab. Entweichen helle, blaue Wolken, so beginnt das Zubrennen, bis eine helle Flamme erscheint. Nach diesem Garbrennen verstopft man

[1]) Gemenge von: Phenol, p-Kresol, α-m-Xylenol, Guajakol, Kreosot, Dimethyläther des Pyrogallols, des Methyl- und Propylpyrogallols.

[2]) Salz der Eupittonsäure; s. Liebermann, B. **9.** 334; Hofmann B. **11.** 1455; **12.** 1371, 2216.

[3]) Ein Chinon; s. Liebermann, B. **9.** 334; Hofmann, B. **11.** 329.

alle Löcher, überlässt den Meiler 36 bis 48 Stunden sich selbst und zieht dann allmählich von unten die Kohlen ab, die man mit feuchtem Sande bedeckt. Die Verkohlung von 150 cbm Nadelholz dauert etwa 16 bis 20 Tage, von harten Hölzern etwas kürzere Zeit.

Die liegenden Meiler (Haufen), die seltener in Gebrauch sind, bilden ein längliches Viereck mit geneigter Decke und senkrecht zur Längsrichtung geschichteten Hölzern. An die Seiten kommt Kohlenklein, das durch Bretter und diese stützende Pfähle gehalten wird.

b) Meiler- und Grubenverkohlung mit theilweiser Gewinnung der Nebenprodukte. Den Theer kann man, allerdings unvollkommen, gewinnen, wenn man die Meilerstätte mit Thonschlag bedeckt und nach der Mitte zu sich in eine Vertiefung senken lässt, aus welcher der Theer in einen darunter befindlichen gewölbten Raum fliesst (Hessel, D. 159. 377). Von harzreichen Hölzern gewinnt man so 17 bis 18% Theer, nach Thenius (Die Meiler- und Retortenverkohlung. S. 90. Wien 1885) aus Kienholz 15,4% Theer neben 16,6% Kohle.

Will man neben dem Theer auch Holzessig gewinnen, so kann man, falls die Errichtung einer stabilen Fabrik nicht angängig ist, nach dem Vorschlage Foucaud's den Meiler mit entsprechend gestalteten Holzschirmen bedecken.

Die Dämpfe werden mit einem einfachen Apparat durch eine erwärmte Luftsäule (J. Bersch, Die Verwerthung des Holzes. 2. Aufl., Wien 1893, S. 115) angesaugt und in Fässern verdichtet.

A. Huckendick und F. W. Lefelmann (D.R.P. Nr. 58808) überdecken den Meiler ebenfalls mit einer Haube, welche die Dämpfe durch ein Rohr nach einem Kühlapparate führt. Die nach dem Boden gehenden Gase werden an einem Roste abgekühlt, durch ein Sandfilter von Theer befreit und gelangen dann in einen mit Wasser gefüllten Behälter.

Vielfach führt man die Arbeit auch in Verkohlungsgruben aus. Nach den Verbesserungen von Baillet und de la Chabeaussière sind dies schwach konische Gruben, deren Wände aus Thon und deren Boden aus feuerfestem Material hergestellt wird. Vom Niveau bis nahe zum Boden führen thönerne Röhren, welche die Verbrennungsluft zuleiten. Die Destillationsprodukte werden durch ein Rohr, das in einiger Entfernung vom oberen Rande angebracht ist, in die Kondensationsgefässe geleitet. Die nicht kondensirten Gase gelangen in einen Schornstein oder den oben erwähnten Saugapparat. Man baut in die Grube einen umgekehrten Meiler, schliesst sie mit einem eisernen Deckel, der in der Mitte eine, am Umfange vier Oeffnungen hat, entzündet das Holz durch die mittlere Oeffnung, lässt die Wasserdämpfe durch die anderen Oeffnungen entweichen, schliesst dann alle und verkohlt. Der Betrieb kann leicht kontinuirlich gestaltet werden. Nach den Angaben von Dumas erhielt man aus 1200000 kg Eichenholz neben 250000 kg Kohle 223500 kg (etwa 19%) Holzessig.

c) Ofenverkohlung. Liegt der Schwerpunkt der Holzverkohlung auf der Gewinnung der Nebenprodukte, und will man an einer Stelle längere Zeit einen Betrieb einrichten, so greift man zu den solider gebauten Oefen. Diese sind entweder so eingerichtet, dass das zu verkohlende Holz direkt in sie eingetragen wird (Meileröfen), oder so,

dass man es in geschlossenen Gefässen in den Ofen bringt (Gefässöfen).

d) Die Meileröfen sind im Wesentlichen nach zwei Prinzipien gebaut. Entweder wird das Holz in ihnen wie in den Meilern direkt angezündet, oder es ist eine besondere Feuerung angeordnet.

α) Meileröfen nach Art der Meiler. Der sogen. schwedische Ofen besteht aus einem Raume, der mit einem Kugelgewölbe überspannt ist. In ihm wird das Holz so aufgeschichtet, dass ein Kanal zur Einführung glühender Kohlen freibleibt.

Aehnliche, aber oblonge Oefen, die sehr wenig Bedienung erfordern und aus 105000 kg Holz 23000 kg Holzkohle ergeben, wendet man in Nordamerika an (J. Guillemin, D. **147**. 20).

Einen zerlegbaren und deshalb leicht transportablen cylindrischen Meilerofen aus Eisenblech, der die Verkohlung in 24 bis 30 Stunden beendigen und 30 bis 40% Kohlenausbeute geben soll, hat G. Thenius (l. c. 106) konstruirt.

Einen Schachtofen, der aber zur Gewinnung von Holzessig durchaus nicht geeignet ist, gab Hahnemann (Bersch l. c. 124) an. Mehr erfüllt diesen Zweck die Abänderung von Scheffer.

β) Meileröfen mit besonderer Feuerung. Den schwedischen Ofen (s. oben) kann man so abändern, dass man um das innere Gewölbe in einem gewissen Abstande ein zweites, äusseres anbringt und im Zwischenraume heizt.

Bei dem Schwartz'schen Ofen durchstreichen die von besonderen Feuerungen kommenden sauerstofffreien Verbrennungsgase das in einem mit Kugelgewölbe überdeckten Raume aufgespeicherte Holz und bewirken dessen trockene Destillation.

Die Oefen erfordern nach Thenius ununterbrochene Aufsicht, geben wenig Kohle, Holzgeist, einen schwachen Holzessig und nicht viel Theer.

Einen Ofen nach demselben Prinzip hat Grill (Percy-Knapp, Metallurgie **1**. 141) auf den Eisenwerken zu Dalvors in Schweden eingerichtet, einen transportabeln Christian (Pol. Centralbl. **1862**. 323) angegeben.

e) Die Gefässöfen. Je nach der Form und der Aufstellungsart des Gefässes, welches das zu verarbeitende Holz aufnimmt, unterscheidet man verschiedene Gattungen von Gefässöfen.

α) Gefässöfen mit feststehendem Kasten. Ein Kasten, der aus gusseisernen Platten[1]) gefertigt und am Boden durch ein Gewölbe geschützt ist, hat oben und unten luftdicht schliessende Deckel. Von oben erfolgt die Beschickung, unten werden die Kohlen ausgezogen. Die von der unten angebrachten Feuerung kommende Hitze wird spiralförmig um den Kasten geleitet. Indessen ist das Heizen nur im Anfange der Operation nöthig. Die Destillationsprodukte gehen durch ein kupfernes Rohr, das oben seitlich am Kasten abgeleitet ist, in horizontal über einander liegende kupferne Röhren, um die von unten her nach oben kaltes Wasser strömt. Die kondensirten Produkte fliessen

[1]) Aus Eisenblech zusammengenietete Gefässe werden bei starkem Heizen leicht in den Fugen undicht. Dagegen können sie dünner gefertigt werden, leiten dann die Wärme besser, und zerspringen nicht so leicht wie gusseiserne.

aus der untersten Röhre in einen luftdicht verschlossenen Bottich, mit dem ein zweiter, tiefer stehender verbunden ist. Vor dem Eintritt des Rohres in den Bottich geht von ihm ein anderes ab, durch welches man die Gase der Feuerung zuführen kann. 2,8 cbm Holz werden etwa in 24 Stunden verkohlt. Nachdem der Ofen sich 6 Stunden abgekühlt hat, zieht man die Kohlen durch die untere Oeffnung des Kastens schnell in luftdicht schliessende eiserne Gefässe. Aus 1 cbm Buchenholz werden 0,6 cbm Holzkohle gewonnen. Zum Anheizen gebraucht man etwa eben so viel Strauchholz.

β) Gefässöfen mit festen stehenden Cylindern. Obgleich die Kastenöfen die beste Ausnutzung des Verkohlungsraumes gestatten, sind sie doch viel schwieriger gleichmässig zu heizen als die Cylinderöfen. Oefen mit festen stehenden Cylindern wandten zuerst die Gebrüder Mollerat an (1810). Bedeutend verbessert wurden sie von Kestner. Sein Apparat weicht übrigens, ausser durch die Form des

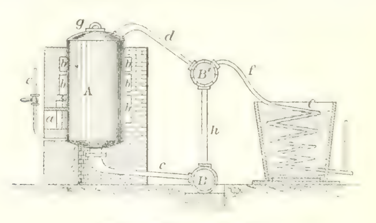


Fig. 66. Hessel's Thermokessel.

Gefässes, kaum von dem soeben beschriebenen Kastenofen ab. Aus 100 kg Holz erhält man neben 22 bis 25 kg Kohle 35 bis 45 kg Holzessig und Theer. Rothe erhielt täglich mit zwei Cylindern aus 2000 kg Holz 800 kg Rohessig mit 25% Säuregehalt, 60 kg Theer und 600 kg Rothkohle.

Hessel's Thermokessel (s. Fig. 66), der viel in Russland zur Verarbeitung harzreicher Hölzer auf Kohle, Holzessig und Terpentinöl angewendet wird, besteht aus einem Cylinder *A* aus 6 bis 8 mm dickem Eisenblech von 3,25 m Höhe und 2,30 m Durchmesser, der zum Theil von Mauerwerk getragen wird. Der untere Theil ist mit Lehm beschlagen oder mit feuerfesten Steinen ummauert. Die Feuerungen, die für je zwei Kessel gemeinsam sind, befinden sich seitwärts. Die Heizgase gehen durch die 15 bis 18 cm weiten Kanäle *b* dreimal spiralförmig um jeden Kessel. Der Cylinder wird durch das Mannloch *g* beschickt, dann wird dieses und das Rohr *a*, das zum Ausziehen der Kohlen dient, fest verschlossen, angeheizt und gleichzeitig durch *e* ein Dampfstrahl durch das Holz geschickt. Dadurch wird das Terpentinöl abgetrieben. Nun wird der Dampf abgestellt und das Feuer allmählich verstärkt, wodurch zunächst das Harz ausgeschmolzen wird, das durch *c* in *B* fliesst. Fangen die Dämpfe an, sauer und brenzlich zu werden, so wechselt man die Vorlage, die vor dem Kühler *C* steht und bis jetzt hauptsächlich Wasser

und Terpentinöl enthält. Die Destillationsprodukte entweichen durch *d*, der Theer setzt sich in *B'* ab und fliesst von hier durch *h* nach *B*; die Holzessigdämpfe entweichen durch *f* und verdichten sich in *C*; die Gase treten aus dem Kühlrohr aus. Die Hitze wird erst gegen Ende der Destillation sehr stark gegeben, um die Kohlen gar zu brennen. Fängt *d* an, kalt zu werden, so hört man auf zu feuern, lässt kalte Luft in die Feuerzüge treten und bläst Dampf in den Cylinder. Sind die Vorlagen etwas warm, so schwimmt in *B* der Theer auf der wässerigen Essigsäure, sonst muss man zur Scheidung Dampf einleiten. Aus Birkenholz erhält man durchschnittlich 53,3% Holzessig, 25,1% Kohle und 2,4% Theer.

Auf den Ofen von Autier (D. 161. 102) sei verwiesen.

γ) Gefässöfen mit beweglichen stehenden Cylindern. Für ununterbrochenen Betrieb richtet man die Retorten so ein, dass man eine, in der die Zersetzung des Holzes beendigt ist, ausheben und sofort durch eine frisch gefüllte ersetzen kann. Man braucht dann die Feuerung nicht ausgehen zu lassen, und die von den Ofenwänden zurückgehaltene Wärme leitet sofort von Neuem die Destillation ein.

Die ersten Vorrichtungen dieser Art hat Robiquet (D. 9. 431) angegeben; sie finden in verbesserter Form noch heute in Frankreich vielfach Verwendung (C. Vincent, Carbonisation des bois en vases closes etc. Paris 1873; Bronner, Lehrbuch der Essigfabrikation S. 120).

Gut bewährt sollen sich die Einrichtungen der Retorten und des Hebezeuges haben, die von J. Bersch (l. c. 147) angegeben sind.

Auf andere Weise erreicht Bresson (Rev. des ind. et des sciences chim. et agric. 1879 d. Villon, Dict. de chim. industr. 1. Artikel: Acide acétique) einen ununterbrochenen Betrieb dadurch, dass er in einer Art Kalkofen Cylinder allmählich von unten nach oben hebt, so dass sie von gewöhnlicher Temperatur nach und nach auf Kirschrothglut erhitzt werden. Sie werden dann theilweise in einer besonderen Abtheilung, die von kaltem Wasser umspült wird, abgekühlt und entleert.

δ) Gefässöfen mit schräg liegenden Retorten. Da die stehenden Retorten den Nachtheil haben, dass die Theerdämpfe in ihnen zu Boden sinken und sich dort zersetzen, wodurch zu viel Gase entstehen, wendet Mathieu (W. J. 1884. 453) schräg liegende, oben und unten verjüngt zulaufende schmiedeeiserne Retorten an, von deren unterem Theile ein Rohr die Dämpfe abführt.

ε) Gefässöfen mit horizontal liegenden Cylindern. Am häufigsten benutzt man zur Destillation des Holzes horizontal liegende Cylinder aus Gusseisen oder besser aus heiss genietetem Kesselbleche (Chamotteretorten geben leicht Risse), die für schwere Hölzer 2,40 bis 2,70 m Länge bei 0,75 m Durchmesser haben (für leichtes Holz sind Cylinder von grösserem Durchmesser oder eiserne Kästen geeignet) und an einer Seite durch Thüren oder Deckel geschlossen werden, an der andern trichterförmig in ein Rohr auslaufen.

Sie sind den Leuchtgas-Retorten sehr ähnlich. Während aber diese schnell auf eine hohe Temperatur gebracht werden können, müssen die Holzverkohlungscylinder in Feuerungen liegen, welche die Hitze langsam und gleichmässig zu steigern gestatten. Man baut zwei und mehr Cylinder, nach hinten etwas geneigt oder wagerecht, in ein Gewölbe

mit gemeinsamer Feuerung ein. Der über dem Gewölbe liegende Raum dient meist zum Rösten der essigsauren Salze (s. w. u.) Die Feuergase werden, nachdem sie die Cylinder umspült haben, zweckmässig zur Trocknung des zu verarbeitenden Holzes oder zum Abdampfen der Lösung des rohen Natriumacetats verwendet.

Eine Einrichtung der letzteren Art hat J. Bersch (l. c. 141) angegeben (s. Fig. 67). Ueber das Ansatzrohr *A* des Cylinders *R* ist ein kupfernes Verbindungsstück *V* geschoben, welches andererseits in einem Ansatze des 40 bis 60 cm weiten geneigten Kondensators *C* steckt und an beiden Stellen durch Lehm gedichtet wird. Wird eine Retorte ausgeschaltet, so nimmt man das Verbindungsstück weg und schliesst *C* durch einen Deckel. Am tiefsten Punkte des Kondensators befindet sich ein Wechsel von grossem Durchmesser, der zum Ablassen des Theers dient, über ihm ein absperrbares Seitenrohr zum Entfernen des Holzessigs. In der Mitte des Kondensators zwischen den Einmündungen zweier Retorten führt ein Rohr *K* die Dämpfe in den eigentlichen Kühlapparat.

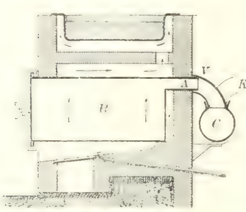


Fig. 67. Gefässofen.

Die nicht verdichteten Gase werden durch einen Exhaustor abgesogen, in einem Waschthurme vom Theer befreit und in einem Gasometer gesammelt. Sie können zum Heizen von Verkohlungscylindern, Eindampfpfannen u. s. w. verwendet werden. Zum Ausziehen der Kohlen dient vortheilhaft eine im hinteren Ende des Cylinders liegende Blechscheibe, die mit einer Kette nach vorn gezogen werden kann.

Aus harzreichem Fichtenholze erhielt Clark (Z. 1888. 627) bei der Destillation in liegenden Cylindern 34,37% Holzessig vom SG. 1,020, 15,94% Oele, 33,04% Kohle und 16,64% Gas.

Zur Verarbeitung von Holzabfällen hat Halliday (D. 114. 365) in dem liegenden Cylinder eine Art Transportschnecke angebracht. Aufgegeben wird das Material durch einen Fülltrichter und einen senkrechten Cylinder mit Schraube. Die Schraube nutzt sich leicht ab. 20 Tonnen Sägespähne gaben 2484 Gallonen Holzessig vom SG. 1,050 und 240 Gallonen Holztheer.

Aehnlichen Zwecken dient ein Apparat, der aus glockenförmigen Ringen in der Art aufgebaut ist, dass ein ringförmiger Cylinder entsteht. Sein unteres Ende, das kegelförmig zuläuft, dient zum Abziehen der Kohlen. Ein dort angebrachter Schieber gestattet das gleichzeitige Nachfüllen von Holz, ohne dass die Destillation unterbrochen zu werden braucht.

Da es bei der Destillation des Holzes sehr darauf ankommt, bestimmte Temperaturgrenzen innezuhalten, würde sich die Verwendung überhitzten Wasserdampfes sehr empfehlen. Man gewinnt dabei einen Holzessig, der reicher an Holzgeist ist, und einen besseren, kreosotärmeren Theer wie gewöhnlich. Bei den grossen Verhältnissen der Holzessigfabrikation scheinen sich der Verwirklichung dieser Idee in der Praxis erhebliche

Schwierigkeiten entgegenzustellen (vergl. dagegen G. Thenius l. c. 163). Namentlich ist zu beachten, dass man grosse Dampfmengen nöthig hat, einen umfangreichen Kühlapparat aufstellen muss, ziemlich verdünnte Lösungen erhält und weit stärker gebaute Gefässe wie gewöhnlich gebraucht. Die nach diesem Prinzip konstruirten Apparate von Violette (Muspratt 4. 386) und Kahl (D. 151. 292) haben nur zur Gewinnung einer Kohle von bestimmter Beschaffenheit Bedeutung.

Auch die Verwendung heisser, von Sauerstoff vollständig freier Gase, wie sie z. B. R. Weiss im D.R.P. Nr. 43979 angegeben hat, ist mit nicht geringen technischen Schwierigkeiten verknüpft.

2. Als Kondensationsgefässe zur Gewinnung der kondensirbaren flüchtigen Produkte der trockenen Destillation des Holzes benutzt man Kondensatoren und die Kühlapparate. Es ist zweckmässig, einen möglichst grossen Theil der Produkte schon im Kondensator zu verdichten. Man verwendet deshalb dazu ein Rohr aus Kesselblech von 40 bis 50 cm Durchmesser, das etwas geneigt liegt, durch einen Wasserverschluss geschlossen werden kann und von oben mit Wasser beträpfelt wird. Die Hauptmenge des Holzgeistes und Holzessigs wird erst in den Kühlapparaten verdichtet. In diesen muss die Kühlung in annähernd vollkommener Weise erfolgen, und eine Verstopfung durch Theer und damit eine Explosion möglichst vermieden werden können. Am besten bewähren sich die Gegenstrom-Röhrenkühler. Dies sind stark geneigte kupferne oder eiserne, innen mit Asphaltlack überzogene Röhren, die durch angeschraubte Bogenstücke verbunden und mit weiteren eisernen Röhren, durch die Wasser von unten nach oben fliesst, umgeben sind. Um ein stossweises Ausfliessen der Flüssigkeit zu verhindern, hat J. Bersch das schräg abgeschnittene Abflussrohr des Kühlers nach dem Prinzip der kommunizirenden Röhren mit einem **U**-Rohre verbunden. Die geringe, durch den Gasstrom mit fortgerissene Menge Essigsäure bindet man an Kalk, der sich in einem 1 bis 1,5 m hohen Thurme befindet.

Ist Mangel an Wasser vorhanden, so muss man die Röhren länger nehmen und allein die Wärmeausstrahlung nutzbar machen (Luftkühlung). Sehr gut ist es, wenn man von oben herab einen feinen Sprühregen von Wasser auf die Röhren rieseln lässt.

3. **Die Behälter für die Destillationsprodukte** bestehen aus Holzbottichen, die etwas geneigt aufgestellt sind und am tiefsten Punkte Hähne zum Ablassen des Theers, 20 bis 25 cm vom Boden solche für den Holzessig haben. Für grössere Verhältnisse benutzt man Sammelkästen, die in die Erde versenkt werden.

4. **Ausführung der trockenen Destillation.** Zur trockenen Destillation sollte man lufttrockenes, besser durch Abgase getrocknetes Holz verwenden, damit man nachher nicht mit zu grossen Wassermengen zu arbeiten hat. Bergmann (D.R.P. Nr. 65447) befreit die Holzabfälle dadurch von Wasser, dass er sie bei 300 Atmosphären Druck in Briquets formt. Aus Nadelhölzern gewinnt man vor der trockenen Destillation Harz und Terpentinöl.

Bei der Retortenverkohlung wird die Destillation im Allgemeinen in 12 Stunden beendet. 10 Stunden ist die Temperatur unter 350° zu halten. 1½ bis 2 Stunden nachdem man zu heizen angefangen hat, fliesst das erste Destillat in gelblich gefärbtem Strahle ab, der in den

nächsten Stunden annähernd gleich stark bleibt. Die Gase brennen blassblau. Bei 350° nimmt die Menge des Destillats ab; man verstärkt dann, übrigens wie auch vorher nur allmählich, die Hitze. Das Destillat wird nun durch beigemengten Theer immer dunkler, zuletzt fast schwarz. Die Gase, die sich in sehr grosser Menge entwickeln, brennen hellleuchtend. In diesem Augenblick kann man das Feuer verlöschen, da die Hitze der Gefässwände und die Zersetzungstemperatur hinreichen, die Destillation zu beenden, was bei 430° geschieht.

Die kondensirten Destillationsprodukte überlässt man mehrere Tage der Ruhe. Dabei sondern sie sich in drei Schichten. Zu unterst befindet sich der dickflüssige, schwarze Theer, darüber in grösserer Menge der rothgelbe oder rothbraune Holzessig und zu oberst in ganz dünner Schicht oder in einzelnen Schollen wieder Theer.

Villon (Dict. de chim. ind. T. 1) will eine bessere Scheidung durch Abschleudern des Holzessigs vom Theer in der Milchcentrifuge von Burmeister und Wain erhalten.

Den Holzessig eines Bottichs verarbeitet man auf einmal, den Theer, dessen Menge nur etwa 14 % des Holzessigs beträgt, sammelt man in gemauerten Behältern, die in den Boden versenkt sind. Bei längerer Ruhe scheidet er sich hier in verschiedenen Schichten, die von unten nach oben immer dünnere Konsistenz annehmen, zuletzt fast ölartig werden und von einer Schicht Holzessig überdeckt sind. Letzteren nimmt man von Zeit zu Zeit ab und verarbeitet ihn mit der Hauptmenge.

F. W. Lefelmann trennt durch eine besondere Vorrichtung (D.R.P. Nr. 60520) die Destillationsprodukte gleich nach dem Austritte aus dem Verkohlungsapparate in Theer, Essigsäure und Methylalkohol.

5. Die Ausbeute bei der trockenen Destillation des Holzes hängt ausser von der Wahl der Apparate und der Leitung der Destillation ab:

1. Von der Holzart. Am meisten Essigsäure liefern die harten Hölzer, wie Eiche, Birke, Buche, besonders wenn sie als Stammholz verwendet werden, gesund und auf magerem, trockenem und hügeligem Boden gewachsen sind, nicht zu jung (vor 18 bis 20 Jahren) gefällt wurden und in den Schlägen nach Süden standen. Fichten und andere harzreiche Hölzer liefern am wenigsten Holzessig, dafür aber viel Theer, namentlich die Wurzelstöcke.

2. Von dem Wassergehalte des Holzes. Wenigstens ist bei geringerem Wassergehalte der Prozentgehalt des Holzessigs an Essigsäure grösser. Ausserdem braucht man weniger Wärme zur Destillation.

Da man aus der Rinde weniger Säure als aus dem Holze erhält, so behandelt man auch wohl die Stämme, die verarbeitet werden sollen, erst drei Stunden mit Wasserdampf von 1 Atm. und entrindet sie dann.

Im Grossbetriebe erzielte man folgende Ausbeuten:

Holzgattung	Holzessig %	Holzessig vom spezifischen Gewicht	Holzessig Essigsäure %	Theer %	Kohle %
Eichenholz	55,9	—	—	—	—
Eichenholz	50,9	1,025—1,027	—	5,5	32,7
Eichenholz	42	—	4,5	8,80	—
Eichenholz [1]) . . .	47,6	—	5,4, 3,44	6,4	24,9
Eichenholz	mit Holzgeist 50 bis 60 %				31,25
Eichenholz, Buchenholz . . .	58,4	1,027		8,25	25,35
Eichenholz, Weissbuchen	58		7	5,00	—
Birkenholz	40	—	10 [illegible]	2—3	—
Birkenholz	46	—	3,9	8,00	—
Birkenholz [4])	53,3	—	3	2,40	25,4
Kiefernholz	42		2,4	10,5	—
Kiefernholz, Stamm [5]) . .	30,8		1,5	14,7	24,3 [6])
Kiefernholz, Wurzel [5]) . .	36,6	—	1,7	16,0	23,5 [7])
Kiefernholz, Wurzel [8]) .	40,9	—	—	20,1	22,2 [9])
Tannenholz	44,5	—	2,3	9,5	—
Tannenholz [1])	45,0	—	2,7	10,0	28,0
Sägespähne [10]) . . .	58,2	1,050	—	5,4	—

[1]) 1 Jahr gelagert. — [2]) Holzgeist vom SG. 0,8263 bis 1,03. — [3]) Aus wasserfreiem Holze. — [4]) Lufttrocken. — [5]) 3 Jahre an der Luft gelegen. — [6]) Terpentinöl 2,7 %. — [7]) Terpentinöl 4 %. — [8]) Lufttrocken. — [9]) Terpentinöl 5,5 %. — [10]) Mit Halliday's Apparat.

Ramsay und J. C. Chorley (Ch. Z. **1892**. 653) erhielten:

	Bei hoher Temperatur			Bei niedriger Temperatur		
	Eiche %	Buche %	Erle %	Eiche %	Buche %	Erle %
Pech	9,58	11,11	15,67	7,69	7,49	11,33
Essigsäure . . .	6,13	6,54	5,90	5,58	6,02	5,76
Methylalkohol [1]) .	1,36	6,08	11,17	1,32	5,31	10,75

Verarbeitung des Holzessigs.

Der Holzessig [2]) wird durch rauhe Leinwand und Holzkohle filtrirt, eine Woche sich selbst überlassen und dann durch eine fraktionirte Destillation in Holzgeist (Methylalkohol) und rohe Essigsäure geschieden oder man neutralisirt den Holzessig zunächst mit Kalk oder Soda. Nach der ersten Methode arbeitet man, wenn man den Holzessig als reinen (destillirten) Holzessig in den Handel bringen oder zur Darstellung unreiner essigsaurer Salze (der Eisenbeize, des

[1]) Die grossen Schwankungen dürften grösstentheils durch die Bestimmungsmethode veranlasst sein.

[2]) Zu seiner Herstellung muss man entrindete Laubhölzer verwenden, da sich sonst der Holzgeist beim Verdünnen mit Wasser durch Abscheidung öliger Stoffe trübt.

braunen Bleizuckers) verwenden will. Im Allgemeinen zieht man die zweite Methode vor, da man zur Darstellung der reinen Essigsäure doch von dem Kalk- oder Natriumsalze ausgehen muss, die Destillation der neutralisirten Flüssigkeit statt in kupfernen Gefässen (wie bei der ersten Methode) in eisernen ausgeführt werden kann und da man ausserdem einen reineren Holzgeist erhält.

Zweckmässig lässt man den neutralisirten Holzessig vor der Destillation erst noch eine Woche stehen und füllt nachher die Blasen, die langsam angeheizt werden müssen, nur zu etwa einem Drittel, damit die Flüssigkeit nicht übersteigt. F. C. Alkier (D.R.P. Nr. 52659) reichert die Abwässer, die bei der Gewinnung des gedämpften Holzschliffs entstehen, indem er den Stoff, der auf der Papiermaschine verarbeitet werden soll, mit ihnen wässert an Methylalkohol und Essigsäure an, neutralisirt mit Kalk oder Soda und destillirt.

a) Methylalkohol (Holzgeist).

Darstellung. Der aus dem Holzessig durch fraktionirte Destillation gewonnene Holzgeist (von 100 kg Holzessig höchstens 5 bis 6 kg) wird rektifizirt (reiner Holzgeist, Ausbeute selten mehr als 0,5 % vom Gewichte des angewendeten Holzes), dann in einen Ester übergeführt und aus diesem durch Verseifung der reine Methylalkohol gewonnen, der dann noch zu entwässern ist.

α) Darstellung des reinen Holzgeistes. In einer kupfernen Blase, die zu zwei Dritteln gefüllt und mit einer aufgesetzten Säule von drei Pistorius'schen Becken und einer damit verbundenen Kühlschlange versehen ist, destillirt man den Holzessig so lange, bis aller Methylalkohol übergegangen, d. h. das spezifische Gewicht des aus dem Kühlrohre ausfliessenden Destillats von 0,9 auf 1 gestiegen ist. Die Pistorius'schen Becken werden dabei derart gekühlt, dass die aus ihnen austretenden Dämpfe etwa 70° warm sind.

Der so erhaltene rohe Holzgeist ist eine grünlichgelbe Flüssigkeit von unangenehmem Geruche, die ausser Methylalkohol noch Wasser, Essigsäure, Essigsäuremethyläther, Acetal, Aceton, Aldehyd etc. enthält. Um sie von diesen Bestandtheilen zu befreien, wird sie mit 1,5 bis 2% Kalk versetzt. Nach mehrstündigem Stehen destillirt man in einem Apparate, der aus einer Blase mit darüber stehender Säule von sechs Pistorius'schen Becken und einem Kühlapparate besteht, also den zur Gewinnung von hoch rektifizirtem Weingeiste dienenden Apparaten sehr ähnlich ist. Das abfliessende farblose Destillat vom SG. 0,816 (95 bis 96° Tw.), das beim Stehen dunkelbraun wird und sich beim Mischen mit Wasser milchig trübt, wird durch Wasserzusatz auf das SG. 0,935 gebracht und einige Tage der Ruhe überlassen. Die von der ölartigen Schicht abgezogene Flüssigkeit wird mit 2 % Kalk versetzt, destillirt, mit 0,1 bis 0,2 % Schwefelsäure gemischt und rektifizirt, wobei man das zwischen 64 und 66° übergehende Destillat gesondert auffängt.

In englischen Fabriken (Morgan, D. 259. 517) arbeitet man mit neutralisirtem Holzessig und rektifizirt in einem Coffey'schen Apparate.

Der rektifizirte Holzgeist enthält stets noch Aceton, das für die Verwendung zur Herstellung von Anilinfarben schädlich wirkt.

Zur Entfernung desselben leiten Pieper & Rotten (D.R.P. Nr. 36827) in den siedenden Holzgeist Chlor ein, bis alles Aceton in Substitutionsprodukte verwandelt ist, destilliren dann fraktionirt und rektifiziren über Kalk. Auch rohen Holzgeist kann man so behandeln. Andere verdünnen den Holzgeist, filtriren über Kohle und destilliren von Neuem.

β) **Darstellung des reinen Methylalkohols.** 1. Aus Oxalsäuremethylester. Wöhler fügt ein Gemisch aus 1 Thl. reinem Holzgeist und 1 Thl. konzentrirter Schwefelsäure zu 2 Thln. saurem oxalsaurem Kalium und destillirt bei niedriger Temperatur die flüchtigen Bestandtheile, dann bei höherer den Oxalsäuremethylester ab. Erlenmeyer kocht gleiche Theile Oxalsäure, die mehrere Tage auf 60 bis 70° erhitzt und dann bei 100° völlig entwässert wurde, und reinen Holzessig kurze Zeit im Wasserbade am Rückflusskühler. Der beim Erkalten auskrystallisirende Ester wird abgesaugt, mit kaltem Wasser gewaschen und mit Kalilauge zerlegt. E. Huber destillirt ihn zweimal über trockenes Kaliumkarbonat und Aetzkali und entfernt den eigenthümlichen Geruch, den das Destillat an der Luft bald annimmt, durch Zufügen einiger Krystalle von Kaliumpermanganat.

2. Aus Ameisensäuremethylester (Siedepunkt 32°), den Krämer und Grodsky durch Digestion von Holzgeist mit Ameisensäure darstellen. Bardy und Bordet verfahren folgendermassen: In einem auf dem Wasserbade stehenden Kolben, der mit einem Kühler, dessen Wasser nicht erneuert wird, und einem zweiten, möglichst kalt gehaltenen verbunden ist, wird bei 130° getrocknetes ameisensaures Natron mit wässeriger Salzsäure und Holzgeist erwärmt, bis das Wasser im ersten Kühler 45° zeigt. Mit übergegangene Salzsäure wird durch Soda neutralisirt, der Ester rektifizirt, bis er einen Siedepunkt von 32° hat, und dann mit Natronlauge verseift.

3. Aus Benzoësäuremethylester nach Carius. Einen Gehalt an Aceton entfernen J. Regnault und Villejean durch Zufügen von 10% Jod, Zugeben von konzentrirter Natronlauge bis zur Entfärbung und Destillation bei niedriger Temperatur.

Zur Entwässerung des erhaltenen Methylalkohols wird er mehrmals rektifizirt, über frisch gebrannten Kalk und zuletzt mehrmals über Natrium oder Phosphorsäureanhydrid destillirt.

Eigenschaften. Der Methylalkohol ist eine farblose Flüssigkeit von schwach alkoholischem Geruche, vom SG. 0,7984 bei 15° und dem Siedepunkte 65,6 bis 66,2° bei 764,8 mm Druck. Er brennt mit nicht leuchtender Flamme und ist in allen Verhältnissen mit Wasser, Alkohol, Aether, Chloroform mischbar; Fette, Oele, Harze werden von ihm gelöst. Als „Krystallalkohol“ bildet er Verbindungen wie $BaO + 2CH_4O$, $CaCl_2 + 4CH_4O$, $MgCl_2 + 6CH_4O$. Kalium und Natrium löst er unter Wasserstoffentwickelung und bildet Kalium- bezw. Natriummethylat CH_3KO. Durch Oxydation liefert er Formaldehyd und Ameisensäure; letztere auch beim Destilliren mit Natronkalk. Bei Destillation über erhitzten Zinkstaub gibt er Kohlenoxyd und Wasserstoff. Er wirkt berauschend. Das Handelsprodukt enthält meist Aceton.

Verwendung. Die erste Rektifikation des Holzgeistes (s. o.) wird an Stelle des Aethylalkohols zu Firnissen und Polituren, zur Wiggersheimer'schen Flüssigkeit etc. verwendet. Der wenigstens 30% Aceton enthaltende Holzgeist dient zum Denaturiren des Spiritus, der acetonfreie und seine Derivate zur Herstellung von Theerfarben. Der zur Denaturirung des Spiritus verwendete Holzgeist soll nach dem Bundesrathsbeschlusse vom 21. Juni 1888 folgende Eigenschaften haben: Er soll farblos oder schwach gelblich gefärbt sein. Bei der Destillation von 100 Raumtheilen sollen bei 760 mm Druck bis 75° mindestens

90 Raumtheile übergegangen sein. Er soll mit Wasser ohne wesentliche Trübung in jedem Verhältnisse mischbar sein. Der Acetongehalt soll 30 % übersteigen. Der Holzgeist soll wenigstens 1, aber nicht mehr als 1,5 % an Brom entfärbenden Bestandtheilen enthalten.

Prüfung des Holzgeistes. α) Auf Methylalkohol. Nach Krell, Krämer und Grodsky, Bardy und Bordet führt man den Methylalkohol in Jodmethyl über und vergleicht die erhaltene Menge mit der theoretischen. In ein 100 ccm fassendes Kölbchen (s. Compt. rend. **88**. 239; D. **233**. 245) bringt man 15 g Zweifach-Jodphosphor, in ein Tropfröhrchen, das in den Hals eingeschliffen ist, 5 ccm Holzgeist. Nachdem man den Kolben mit einem aufwärts gerichteten Kühler verbunden hat, lässt man den Holzgeist zu dem Jodphosphor tropfen, setzt 5 ccm Jodwasserstoff von SG. 1,7, in dem eine gleiche Gewichtsmenge Jod gelöst ist, hinzu, neigt den Kühler nach unten, schiebt eine kalibrirte Röhre vor und destillirt das Jodmethyl im Wasserbade bei 80 bis 90° ab. Das Destillat füllt man mit Wasser auf 25 ccm auf, schüttelt kräftig um und liest das Volumen Jodmethyl nach dem Absetzen ab.

β) Auf Aceton. Man verwandelt das Aceton nach Krämer in Jodoform. Der Acetongehalt darf nach Hintz, wenn man richtige Ergebnisse haben will, nicht mehr als 1 bis 1,5 % betragen. Nach der amtlichen Vorschrift wird 1 ccm einer Mischung von 10 ccm Denaturirungs-Holzgeist mit 90 ccm Wasser in einem engen Mischcylinder mit 10 ccm Doppeltnormal-Natronlauge (80 g NaOH im Liter) durchgeschüttelt. Dann setzt man 5 ccm Doppeltnormal-Jodlösung (254 g Jod im Liter) unter Schütteln zu und nimmt das sich ausscheidende Jodoform mit 10 ccm alkoholfreiem Aether vom SG. 0,722 unter kräftigem Schütteln auf. Von der abgeschiedenen Aetherschicht werden 5 ccm auf einem gewogenen Uhrglase langsam verdunstet. Das Uhrglas wird 2 Stunden über Schwefelsäure gestellt und gewogen. Beim Denaturirungs-Holzgeiste darf die Gewichtszunahme nicht weniger als 0,070 g betragen.

Nach F. Collischoun ist die Messinger'sche Titrirmethode genauer und schneller ausführbar als das beschriebene Verfahren. Sie beruht auf der Gleichung $(CH_3)_2CO + 6\,J + 4\,KOH = CHJ_3 + 3\,KJ + C_2H_3O_2K + 3\,H_2O$. Man arbeitet mit ½- bis 1 %igen Lösungen, schüttelt das Gemisch von Aceton und Natronlauge beständig, lässt langsam und in genügendem Ueberflusse Jod zufliessen, säuert an und bestimmt das Jod titrimetrisch.

γ) Auf andere Verunreinigungen (z. B. Benzol, Methylal, Diallyl). E. Barillot (Ch. Z. Rep. **17**. 7) hat gefunden, dass beim Schütteln von Chloroform mit einem Gemische aus Methylalkohol und Natriumbisulfitlösung nach Trennung der beiden nicht mischbaren Flüssigkeiten die Chloroformschicht ihr ursprüngliches Volumen hat, wenn ausser Aceton keine Verunreinigungen im Methylalkohol enthalten sind. Bei ihrem Vorhandensein vergrössert sich die Chloroformschicht proportional ihrer Menge.

b) Darstellung der Essigsäure.

Vorarbeiten. Ist bei der Destillation des rohen Holzessigs der Methylalkohol übergegangen, so wechselt man die Vorlage, kühlt die Pistorius'schen Becken nicht mehr und destillirt so lange, bis nur noch ein Viertel der ursprünglichen Flüssigkeitsmenge in der Blase ist, füllt sie wieder zu zwei Dritteln, destillirt wie beim ersten Male, lässt nochmals rohen Holzessig in die Blase und destillirt so lange, bis ölige Tropfen von Theerprodukten auf der Oberfläche des Destillats erscheinen. Hierauf lässt man die Blase 2 bis 3 Stunden erkalten und den Theer durch ein am Boden angebrachtes Rohr abfliessen.

Der in die Vorlage übergegangene destillirte Holzessig ist eine farblose Flüssigkeit, die aber noch viel empyreumatische Körper enthält. Für technische Zwecke ist er wohl brauchbar, nicht aber für Speisezwecke.

Für diese müssen die empyreumatischen Körper entfernt werden. Dies gelingt auf direktem Wege nur schwer oder gar nicht (s. unten

die Verfahren von Rothe und von Bang und Ruffin. Ganz aussichtslos ist das Behandeln mit frisch geglühter Holzkohle oder Knochenkohle, Erwärmen mit Braunstein oder anderen Oxydationsmitteln. Auch der Vorschlag von Terreil, den Holzessig durch längere Berührung mit konzentrirter Schwefelsäure zu reinigen, dürfte in der Praxis nicht verwerthbar sein. Der sicherste Weg ist der, aus dem Holzessig das Natrium- oder Calciumsalz[1]) darzustellen, in ihnen durch Erhitzen die Theerstoffe zu verflüchtigen oder zu zersetzen und aus den so gereinigten Salzen durch Destillation mit starken Säuren die Essigsäure freizumachen. Man braucht dann natürlich nicht erst den destillirten Holzessig darzustellen, sondern kann die Destillation des rohen nach Abscheidung des Methylalkohols unterbrechen und die rückständige Flüssigkeit zu weiterer Verarbeitung ablassen. Vortheilhaft ist es sogar, wie bereits oben angedeutet wurde, schon den rohen Holzessig zu neutralisiren und dann erst den Methylalkohol abzudestilliren.

α) Darstellung der Essigsäure direkt aus Holzessig. Rothe lässt den destillirten Holzessig in feinem Regen auf eine Säule von Koksstücken fallen, die sich in einem verzinnten eisernen, mit Filz umhüllten Cylinder befindet, und treibt von unten her einen Strom von 50° warmer Luft durch die Säule. Die oxydirten (verharzten) empyreumatischen Stoffe bleiben theils an den Koksstücken hängen, theils verdampfen sie. Die unten abfliessende Essigsäure soll nach der Behandlung mit entkalkter Knochenkohle und nach hinreichender Verdünnung als Speiseessig verwendbar sein. Nach Bersch ist eine oftmalige Erneuerung der Koksschicht nothwendig; auch gehen einige der Oxydationsprodukte in den Essig über.

Bang und Ruffin wollen die empyreumatischen Stoffe dadurch entfernen, dass sie den Holzessig durch schwere Kohlenwasserstoffe des Petroleums oder Theers (wie Vaselin- und Paraffinöl) streichen lassen, die sich in mehreren mit einander verbundenen und durch horizontale durchlöcherte Steingutplatten in verschiedene Abtheilungen getrennten Cylindern aus emaillirtem Eisenbleche befinden.

β) Darstellung der Essigsäure aus Calciumacetat. Nach dem von Völckel zuerst angegebenen Verfahren wird der rohe, vom Holzgeiste befreite Holzessig mit gelöschtem Kalk gerade neutralisirt und einige Tage stehen gelassen. Man kann auch ziemlich reinen, namentlich an organischer Substanz armen Kalkstein anwenden, gebraucht aber dann wegen des starken Schäumens grössere Neutralisationsgefässe. Nachdem man die oben schwimmende Theerschicht abgeschöpft und die klare Flüssigkeit vom Bodensatze getrennt hat, mischt man sie gut mit 1 bis 1,5 Vol.-% roher Salzsäure und überlässt sie wieder der Ruhe. Der kreosothaltige Schaum wird abgeschöpft und die klare Lösung des Calciumacetats in flachen runden eisernen Pfannen, welche durch die bei der Destillation des Holzes erhaltenen Gase geheizt werden, bei 230 bis 250° unter beständigem Abschöpfen der Theerprodukte abgedampft, getrocknet und zur Verflüchtigung der empyreumatischen Stoffe erhitzt; die Masse muss bis zu Ende beständig gerührt werden. Besser ist es wohl, in den Pfannen nur bis zu

---

[1]) Aus dem ersteren bereitet man gewöhnlich die Essigsäure, die zu Speiseessigen verwendet werden soll (Essigessenz), aus dem letzteren die technische.

teigartiger Konsistenz einzudampfen und dann das Calciumacetat auf die Sohle von Gewölben zu bringen, die durch die verlorene Wärme der Holzverkohlungsöfen geheizt werden. Man kann auch das Austrocknen und Rösten in dem kontinuirlich arbeitenden Apparate von G. Rumpf vornehmen, der aus drei horizontalen, über einander liegenden und durch eine einzige Feuerung geheizten Cylindern besteht. Das Salz wird in den obersten Cylinder eingeschüttet, wird hier durch eine archimedische Schraube von einem Ende zum andern bewegt, fällt dann in den zweiten Cylinder u. s. f. Die Röstung ist vollendet, wenn die Lösung einer Probe in Wasser, nach dem Abfiltriren von Kohle, fast farblos erscheint.

Der so erhaltene rohe essigsaure Kalk, der grau ist und ungefähr 75 % Calciumacetat enthält, wird mit etwa 90 bis 95 % [1]) Salzsäure vom SG. 1,16 in einem Holzbottiche gut gemischt. Nach 24 Stunden schöpft man die theerige Haut ab und bringt die Flüssigkeit in eine kupferne Blase, die auf einer eisernen Schale steht und mit einem bleiernen Kühlrohre verbunden ist. Letzteres hat unten einen U-förmigen Ansatz, der sich gleich im Anfang der Destillation mit Essigsäure füllt und so die Luft vom Kühlrohre absperrt. Man wendet einen kleinen Ueberschuss an Calciumacetat an und destillirt langsam. Die so erhaltene Säure vom SG. 1,16 wird durch Destillation über 1 % gelöschten Kalk, Calcium- oder Natriumacetat oder seltener über 2 % Zinkchlorid rektifizirt. Die Anwendung von Kaliumbichromat zu demselben Zwecke dürfte sich kaum empfehlen, da es zu theuer ist und die Essigsäure zwar geruchlos wird, aber doch noch einen brenzlichen Geschmack behält, also zur Herstellung von Tafelessig nicht verwerthet werden kann.

Bei der Anwendung von Schwefelsäure zur Zersetzung des Calciumacetats kann einerseits der sich ausscheidende Gyps bei der Destillation Spritzen verursachen und leicht am Boden des Gefässes festbrennen, andererseits kann ein Theil der Schwefelsäure durch die Kohle des Theers zu Schwefliger Säure, Schwefelwasserstoff und Schwefel reduzirt werden, die zusammen mit Zersetzungsprodukten der Harze die Essigsäure verunreinigen würden. Verwendet man daher Schwefelsäure, so muss man sie vor der Destillation mit dem essigsauren Kalk durch Rührwerke innig vermischen. Zunächst gehen flüchtige Oele über, dann ein Produkt, das beim Rektifiziren nach einem Vorlauf von 40 %iger Säure (ca. 10 % des essigsauren Kalkes) 64 % einer Essigessenz von 80 % liefert. Dieses Verfahren wird jetzt am meisten angewendet.

Cannon lässt die durch Destillation von rohem Calciumacetat mit Schwefelsäure erhaltene Essigsäure 24 Stunden mit 3 % Braunstein oder Kaliumpermanganat stehen, erwärmt nach Zusatz von 5 % Schwefelsäure von 66° Bé. ein Stunde lang auf 60 bis 70° und destillirt schliesslich. Als Kühler wird ein Zinnrohr verwendet. 0,1 Theil des Anfangs- und 0,05 Theil des Enddestillats werden für sich aufgefangen und mit dem rohen Holzessig vereinigt.

Beim Rösten des aus dem rohen Holzessig dargestellten Kalk-

[1]) Die genaue Menge ermittelt man durch einen Versuch im Kleinen, wobei das Destillat nicht auf Silbernitrat reagiren darf, oder durch eine Werthbestimmung des rohen Salzes (s. u.).

salzes erleidet man Verluste von 29 bis 30 % des Gesammtsäuregehalts, bei Anwendung des aus dem destillirten Holzessig dargestellten Salzes 22 bis 23 %. Um dies zu vermeiden, empfiehlt Rudnew folgende schnelle Methode, die gleichzeitig eine grössere Ausbeute an Essigsäure und diese rein liefern soll. Man destillirt die rohe Essigsäure aus einem kupfernen Gefässe und leitet, nachdem der Methylalkohol übergegangen ist, die ungekühlten Säuredämpfe in überschüssige, beständig bewegte siedende Kreidemilch. Nachdem sich die Flüssigkeit abgesetzt hat, wird sie abgegossen und zur Breikonsistenz eingedampft. Man scheidet die Mutterlauge von der Salzmasse ab, wäscht diese mit wenig Wasser oder einer Lösung von reinem Calciumacetat, versetzt mit verdünnter Schwefelsäure, trennt den Gyps durch Filterpressen und destillirt die Flüssigkeit. Das Destillat kann durch nochmalige Destillation mit

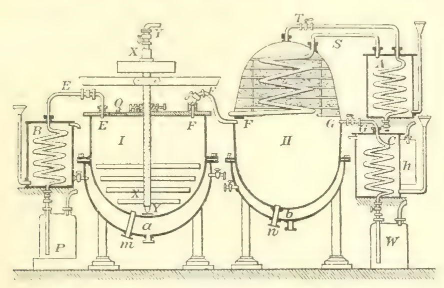


Fig. 68. Sandmann's Apparat zur Darstellung von Essigsäure

konzentrirter Schwefelsäure auf einen Essigsäuregehalt von 85 bis 86 % gebracht werden.

Hochgradige Essigsäure stellt Sandmann (D.R.P. Nr. 21155) in einer Operation in dem Fig. 68 abgebildeten Apparate dar. Der aus Kupfer oder emaillirtem Eisen angefertigte Kessel I, der oben mit Chamotte bekleidet und mit einem Deckel aus Steinzeug, in dem sich das Füllloch Q befindet, versehen ist, wird durch den Doppelboden a mit Dampf geheizt. In ihn führt ein Dampfrohr Y; es ist umgeben von einem zweiten Rohre X, das durch eine Riemenscheibe gedreht wird und mit seinen Armen rührt. Der Kessel steht mit Kessel II, der ebenfalls einen Doppelboden hat, durch das Rohr F, das mit einem Rückschlagsventil versehen ist, in Verbindung. Der Kessel II hat eine als Dephlegmator wirkende, aus emaillirtem Eisen hergestellte Haube mit Thermometer und Handloch. In ihr befindet sich die Kühlschlange S, die auf 117 bis 118° gehalten wird. Auf ihren Windungen liegen Glasstreifen, die Zwischenräume sind mit Glas- und Porzellanstücken gleichmässig ausgefüllt. Die an dieser grossen Oberfläche verdichtete Essigsäure fliesst in den Kessel zurück, während die säurehaltigen

Wasserdämpfe durch *T* nach *A* gehen, wo sie sich verdichten, und von wo sie in das Gefäss *h* abfliessen. *A* wird von unten her mit kaltem Wasser umgeben, während das obere warme Wasser *S* speist.

Der gemahlene essigsaure Kalk wird in I mit der nöthigen Menge Säure versetzt, *E* geschlossen, das Rührwerk in Thätigkeit gesetzt und Dampf in *a* eingelassen. Die Dämpfe gehen durch *F* nach II, wo sich die Essigsäure kondensirt, während Wasser weggeht. Dadurch reichert sich der Kesselinhalt immer mehr mit Essigsäure an. Enthält er kein Wasser mehr, so wird *T* geschlossen, in *b* Dampf eingelassen und der Kesselinhalt durch *G*, das vorher verschlossen war, abdestillirt, in *C* verdichtet und nach *W* abgelassen. Ist das Calciumacetat vollständig zersetzt, so wird *F* geschlossen, *E* geöffnet und durch direkten Dampf, der durch *g* eingeblasen wird, die im Rückstande befindliche Essigsäure abdestillirt. Sie wird in *B* verdichtet und nach *p* abgelassen. Die Kessel werden durch *m* und *n* entleert. Die schwachen Essigsäurelösungen der Gefässe *h* und *p* werden zur Herstellung von Acetaten benutzt oder gehen in die Fabrikation zurück. Zusätze zur Reinigung der Essigsäure, wie trockenes Natriumacetat, Kaliumpermanganat, Natriumbichromat bringt man vor dem Anfange der Destillation in den Kessel II.

J. E. Johnson-Johnson (D. **182**. 174; Engl. Pat. 20135 von 1889) sättigt das Gemisch von Acetat und Wasser mit Chlorwasserstoffgas und destillirt bei ca. 121°; oder er erwärmt (Engl. Pat. 17348 von 1889) ein Gemisch aus gleichen Theilen käuflichen Calciumacetats und Wassers unter Rühren auf 38°, sättigt mit schwefliger Säure, dekantirt vom Calciumsulfit ab und reinigt eventuell die Essigsäure weiter.

F. P. Dewey (Ch. Z. **16**. 1764; Am. Pat. 485461) setzt das Calciumacetat mit Aluminiumsulfat um und zersetzt das Aluminiumacetat durch trockene Destillation in Thonerde und Essigsäure.

Ch. Heinzerling (D.R.P. Nr. 48549) mischt 1 Aeq. Acetat mit 1,25 bis 2 Aeq. Magnesiumchlorid in konzentrirter Lösung, destillirt und scheidet, wenn nur noch wenig Essigsäure übergeht, diese dadurch vollständig ab, dass er einen schwachen Strom von Wasserdampf in das Salzgemisch leitet.

Richter hat, um die bei der Röstung des Kalksalzes eintretenden Verluste zu vermeiden, die Anwendung des beständigeren Barytsalzes an dessen Stelle empfohlen.

γ) Darstellung von Essigsäure aus Natriumacetat. Bei der Zersetzung des Kalksalzes gewinnt man nur eine technische Essigsäure, da das Salz schwierig ganz rein zu erhalten ist. Zur Reinigung benutzt man Apparate mit Kolonne, Kondensator und Kühler. Will man eine von Empyreuma vollständig freie Essigsäure darstellen, so kann man auch von dem Natriumsalze ausgehen.

In den von Holzgeist befreiten, noch warmen Holzessig[1]) trägt man nach und nach Soda ein, wobei man einen geringen Ueberschuss anwendet. Nach eintägiger Ruhe wird die Theerschicht abgeschöpft, die Flüssigkeit in flachen eisernen Pfannen bis zum SG. 1,23 (27° Bé.) eingedampft und in 2 m lange, 1 m breite und 0,5 m tiefe Krystalli-

---

[1]) Man kann auch den alkoholhaltigen Holzessig neutralisiren und den Holzgeist erst nach dem Abschöpfen des Theers abdestilliren (s. o.).

sationsgefässe aus Blech mit etwas geneigten Seitenwänden abgelassen. Die Krystallisation wird durch Rühren gestört, damit die Krystalle weniger Theer und Mutterlauge einschliessen. Letztere wird nach vollständigem Erkalten der Flüssigkeit in Centrifugen abgeschleudert und wieder verdampft u. s. f. Die Krystallisationen werden natürlich im Vergleiche zu der ersten, die das schon verhältnissmässig reine Rothsalz liefert, immer reicher an Theerbestandtheilen. Auch die Mutterlaugen werden immer dunkler; sie krystallisiren zuletzt beim Abkühlen gar nicht mehr, sondern liefern, wegen des darin angehäuften propionsauren und buttersauren Natriums, einen weichen Brei.

Ist dieser Punkt erreicht, so werden sie in eisernen Kesseln zur Trockne verdampft[1]). Die trockene Masse wird unter beständigem Rühren bei Dunkelrothgluth geschmolzen, wodurch die Theerbestandtheile zerstört oder verflüchtigt und die höheren Säuren zersetzt werden. Das Schmelzen ist vollendet, wenn die Lösung einer Probe in Wasser, nachdem die Kohle abfiltrirt ist, farblos erscheint.

Das Salz der zweiten Krystallisation wird in heissem Wasser gelöst, die Flüssigkeit wird mit etwas Holzkohlenpulver aufgekocht und liefert dann nach dem Filtriren durch Leinwandbeutel und Abcentrifugiren ein dem Rothsalz ähnliches Produkt. In der abgeschleuderten Mutterlauge löst man das Salz der dritten Krystallisation, lässt erkalten, löst die Krystalle in heissem Wasser u. s. f.

Die Lösung des Rothsalzes kann heiss durch Knochenkohle filtrirt werden. Man erhält so ein technisches Natriumacetat, das aber noch geringe Mengen von Propionat und Butyrat enthält. Es ist daher besser, das Rothsalz in gusseisernen Kesseln von 1,50 m Durchmesser und 0,20 m Höhe, in denen sich ein Rührwerk befindet, zu schmelzen. Zuerst entweicht das Krystallwasser, und es steigen Theerdämpfe auf. So lange hält man das Feuer gleichmässig. Hört die Dampfentwickelung auf, so verstärkt man die Hitze bis zum Schmelzen. Eine Ueberhitzung muss vermieden werden, da sich sonst das Acetat unter Entwickelung von Aceton zersetzt. Entflammt sich die Masse, so löscht man sie durch Aufwerfen von Rohkrystallen. Zweckmässig heizt man mit der verlorenen Wärme des Schmelzkessels einen andern Kessel, in welchem das Natriumacetat entwässert wird. Die geschmolzene Masse wird auf eiserne Bleche gekrückt, nach dem Erkalten in siedendem Wasser gelöst, die 24° Bé. starke Lösung wird (eventuell durch Knochenkohle) filtrirt und zur Krystallisation hingestellt. Die Mutterlaugen werden weiter auf reines Salz oder, wenn sie farbig werden, mit dem Rothsalze verarbeitet.

Das so erhaltene Natriumacetat wird entweder direkt mit Schwefelsäure zersetzt, wobei man gewöhnliche reine Essigsäure gewinnt, oder entwässert und zersetzt, wodurch höchst konzentrirte Essigsäure (Eisessig) gewonnen wird.

Um die gewöhnliche reine Essigsäure darzustellen, bringt man in eine etwa 500 l fassende kupferne Blase 350 kg krystallisirtes

---

[1]) Nach J. Bersch soll man zur Syrupkonsistenz eindampfen, durch Aufbewahren von Rohsalz trennen, die Lauge zur Trockne verdampfen und glühen. Man erhält mit Kohle gemengte calcinirte Soda. Man kann auch durch Mischen mit Alkohol und Schwefelsäure die Ester der betreffenden Säuren darstellen und aus ihnen diese rein gewinnen.

Natriumacetat, setzt den zinnernen Helm auf, lutirt mit Thon und giesst durch einen auf dem Helme sitzenden Tubus, mit dem ein bis zum Boden der Blase reichendes Rohr verbunden ist, allmählich 260 kg Schwefelsäure von 66° Bé. zu. Schon die ersten Antheile der Säure bewirken eine Erwärmung; es destillirt Essigsäure, die in einem langen zinnernen Kühler verdichtet wird. Im Laufe einer Stunde setzt man alle Schwefelsäure zu und erwärmt dann mässig. Das im Kessel verbleibende Natriumbisulfat wird noch heiss in kupferne Schalen ausgeschöpft. Nach dem Erstarren wird es gepulvert, mit 66,66 % Natriumacetat gemischt und destillirt. Essigsäure geht über, Natriumsulfat bleibt zurück und wird mit Wasser entfernt. Die Essigsäure enthält gewöhnlich mehr schweflige Säure als die in der Hauptoperation gewonnene. Man erhält 280 kg 54- bis 55 %ige Essigsäure, die kleine Mengen Salzsäure (von etwas Kochsalz herrührend, das dem Acetat beigemischt ist), Schweflige Säure, Kupfer und empyreumatische Stoffe enthält. Um sie von diesen zu befreien, bringt man sie in eine kupferne, innen versilberte Blase, die mit silbernem Helme und Kühlrohre[1]) versehen ist, fügt 2 bis 3 % Natriumacetat und 0.25 % gelöschten Kalk oder 1 bis 2 % Mennige oder 1 % Kaliumbichromat (auch Braunstein oder Bleisuperoxyd können angewendet werden) hinzu, lässt über Nacht stehen und destillirt, bis der Rückstand fast trocken ist. Trüben die ersten Antheile des Destillats Silbernitratlösung, so fängt man sie gesondert auf und fügt sie bei einer zweiten Operation zum rohen Destillat. Aus 500 kg Säure erhält man in 5 bis 6 Stunden im Anfange 20 bis 25 kg rektifizirte Säure von 5° Bé., die man getrennt auffängt, dann 475 kg von 7° Bé.

Mollerat zersetzt das Natriumacetat in der Kälte mit so viel Schwefelsäure, dass neutrales Natriumsulfat entsteht (230 : 100), in einem hölzernen Bottich mit Siebboden und Rührwerk, zersetzt etwas gelöstes Natriumsulfat durch Calciumacetat und lässt das wenige noch vorhandene Natriumacetat in der Kälte auskrystallisiren.

Villon empfiehlt, die Essigsäuredämpfe, die sich bei der Arbeit nach dem ersten Verfahren entwickeln, in einen Steingutthurm zu leiten, in dem ein heisses Gemisch von Chromsäure und Schwefelsäure von oben herab rieselt. Dadurch wird direkt reine Säure erhalten.

Zur Darstellung von Eisessig kann man entweder entwässertes Natriumacetat mit wasserfreier Schwefelsäure destilliren oder die gewöhnliche Essigsäure entwässern.

Will man nach der ersten Methode arbeiten, so fügt man zu 5 Thln. gröblich gepulverten wasserfreien Natriumacetats, das sich in einem kupfernen, mit gespanntem Dampf zu heizenden und mit silbernem Ableitungsrohre und Kühler versehenen Kessel befindet, 6 Thle. völlig wasserfreie Schwefelsäure (aus der stärksten Handelssäure durch Abdestilliren des sechsten Theiles bei Siedhitze in Glas- oder Platinretorten dargestellt), mischt mit einem kupfernen Spatel rasch durch[2])

[1]) Viel billiger stellt man den ganzen Apparat aus emaillirtem Eisen oder glasirtem Steingute her. Im letzteren Falle schützt man ihn durch einen metallenen Mantel und wärmt langsam durch Einleiten von Dampf in den Zwischenraum zwischen Gefäss und Mantel an.

[2]) Ist nicht gut gemischt, so erfolgt die Zersetzung langsam, erhitzt man dann stark, so tritt sie plötzlich und zuweilen explosionsartig ein.

und erwärmt zu Ende der Operation. Das Kühlwasser darf nicht unter 17° haben, damit sich das Rohr nicht verstopft. Ist im Destillate, wie gewöhnlich, Schweflige Säure vorhanden, so digerirt man 24 Stunden mit Bleisuperoxyd, bringt mit etwas Natriumacetat (um eventuell vorhandene Salzsäure und Schwefelsäure zu binden) in eine Retorte und destillirt.

Man kann auch Schwefelsäure von 66° Bé. anwenden, muss aber in diesem Falle die erhaltene, noch nicht völlig wasserfreie Essigsäure in ähnlicher Art wie den Spiritus rektifiziren. L. Rohrmann lässt dazu die Dämpfe in einen 15 bis 20 Steingutplatten enthaltenden Thurm treten. Sie kommen oben sehr angereichert an und gehen in einen Kühler, in dem sich die weniger konzentrirten Dämpfe verdichten. Die Flüssigkeit fliesst in die Säule zurück, während die Dämpfe in einem andern Kühler kondensirt werden.

Kaliumacetat vereinigt sich mit Essigsäure zu einer molekularen Verbindung, die bei 200° wieder wasserfreie Essigsäure abgibt. Darauf hat Melsen ein Verfahren zur Herstellung von Eisessig gegründet. Er übergiesst geschmolzenes Kaliumacetat mit wässeriger Essigsäure und destillirt. Zuerst geht Wasser, dann sehr verdünnte Säure über. Bei 200° und wenn eine Probe beim Abkühlen schnell erstarrt, wechselt man die Vorlage und destillirt, bis die Reaktion anfängt, schwächer zu werden. Zu starke Erhitzung (über 300°) führt Zersetzung der Essigsäure und des Kaliumacetats herbei, das dann nicht wieder zu benutzen ist.

Entwässert man 50%ige Essigsäure mit geschmolzenem Chlorcalcium, so erhält man Eisessig, der viel Salzsäure enthält. Letztere wird durch Destillation über geschmolzenem Natriumacetat entfernt.

Von den bisher gebräuchlichen Methoden unterscheidet sich das von L. Rohrmann (Krauschwitz bei Muskau) eingeführte Verfahren zur Darstellung hochprozentiger Essigsäure aus holzessigsaurem Kalk im Wesentlichen dadurch, dass die alte fraktionirte Destillation der Rohsäure fortfällt und diese entweder vollständig in 80%ige oder 97- bis 100%ige Säure (Eisessig) übergeführt wird.

Zur Ausführung dieses Verfahrens (D.R.P. Nr. 61754) benutzt man den in Fig. 69 abgebildeten Apparat.

Aus dem Gefäss *C* läuft konzentrirte Schwefelsäure auf den Kolonnenapparat *B*, welcher im Innern nach dem System der Plattenthürme, Patent Lunge-Rohrmann, konstruirt ist. Die Schwefelsäure läuft von Platte zu Platte den aufsteigenden, in der Blase *A* sich entwickelnden Essigsäuredämpfen entgegen, entzieht ihnen auf diesem Wege die Wasserdämpfe und läuft in verdünntem Zustand durch das Syphon *J* nach einem beliebig angelegten Standgefässe oder Sammelbassin, während die von Wasserdämpfen frei gewordenen essigsauren Dämpfe sich in der Kühlschlange *D* kondensiren, um als ca. 80%ige Säure bei der Verarbeitung des Holzkalkes mit Salzsäure oder als 96- bis 100%ige Säure bei der Verarbeitung des Holzkalkes mit Schwefelsäure abzulaufen.

E ist in seinen Grundrissverhältnissen von 60 × 90 cm ein verhältnissmässig kleiner Heissluftofen, mit welchem ein kleiner Ventilator (Antrieb bei *L*) verbunden ist, welcher heisse Luft von den erforderlichen Temperaturen durch die ersichtlichen Röhren in den Thurm einbläst. Die Temperatur im Thurm wird nach den angebrachten Thermometern regulirt und ist auf 116 bis 120° zu erhalten, damit die sich im Untersatz des Thurmes ansammelnde Schwefelsäure nicht Essigsäure enthält. Sollte das durch Unachtsamkeit der Arbeiter doch vorkommen, so kann die Essigsäure aus der Schwefelsäure dadurch, dass gespannter Dampf in den Dampfmantel des Untersatzes eingelassen wird, wieder ausgetrieben werden.

Das Einblasen heisser Luft hat den Zweck, das eventuelle Kondensiren der Essigsäure im Thurme von vornherein zu verhindern und das Empyreuma nach Möglichkeit zu entfernen.

F ist ein Saugapparat, welcher das Empyreuma kontinuirlich aus dem Thurme herauszieht. Die aus der Kühlschlange abfliessende Säure ist farblos und klar. *G* ist ein Aräometer, das die Stärke der Säure anzeigt; *H* ein Thongefäss, welches die 70%ige Rohsäure bei der Zersetzung des Holzkalkes mit Schwefelsäure empfängt, welche von dort auf die Blase abgelassen wird. Bei der Zersetzung des Holzkalkes mit Salzsäure tritt an Stelle dieses Gefässes *H* ein Mischgefäss, in

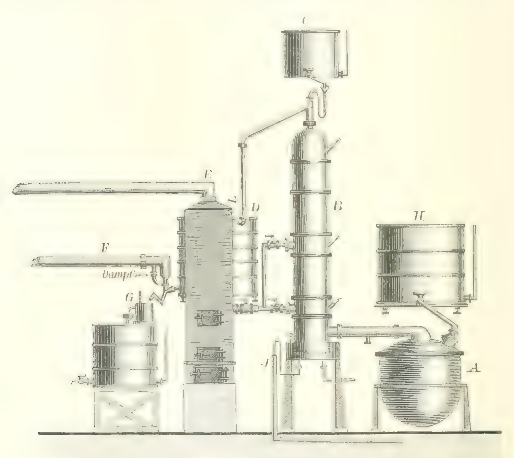


Fig. [illegible] Rohrmann's Apparat zur Darstellung von Essigsäure.

welchem der Holzkalk mit Salzsäure gemischt und in die Blase abgelassen wird. Die durch den Apparat gewonnene Rohsäure muss selbstverständlich durch einen einfachen Rektifikationsapparat noch einmal rektifizirt werden.

Eine Verbesserung des Verfahrens (D.R.P. Nr. 66761) ist durch eine andere Zuleitung der heissen Luft resp. des überhitzten Dampfes bewirkt worden.

Eigenschaften der Essigsäure. Die reine Essigsäure ist eine farblose, stark ätzende, stechend riechende Flüssigkeit vom SG. 1,05533 bei 15°. Die spezifischen Gewichte der wasserhaltigen Essigsäure siehe bei Essig. Sie erstarrt bei 16,70° zu einer blätterig-krystallinischen, glänzenden, durchscheinenden Masse vom SG. 1,08 bei 0°. Mit zunehmendem Wassergehalte, der aber innerhalb bestimmter Grenzen bleiben muss, sinkt der Erstarrungspunkt. Wasserhaltige Säure kann durch Ausfrieren konzentrirt werden. Sie verdampft schon bei gewöhnlicher Temperatur und siedet bei 118,1°. Die Essigsäure lässt sich in jedem Verhältnisse mit Wasser, Alkohol und Aether mischen. Sie löst Schwefel, Phosphor, Schiessbaumwolle, Xyloidin, Fibrin, Harze, Kampfer und ätherische Oele (Citronenöl und Terpentinöl nur, wenn sie nicht mehr als 2% Wasser enthält). Aluminium- und Ferriacetat entlassen Essigsäure beim Kochen der wässerigen Lösung, Kupferacetat

beim Erhitzen für sich. Blei- und Calciumacetat geben beim Erhitzen Aceton, Alkaliacetate wenig Aceton, meist brenzliche Produkte.

Verwendung. Verdünnt als Speiseessig. Die freie Säure und ihre Salze finden mannigfache Anwendung in der Technik, besonders in der Färberei, im Zeugdruck und in der Medizin.

Prüfung der Essigsäure auf Verunreinigungen. Wenn sich in der Essigsäure Citronenöl und Terpentinöl nicht lösen, so sind mehr als 2% Wasser vorhanden. Salzsäure ist durch die Trübung mit Silbernitrat, Schwefelsäure durch die mit Chlorbaryum nachweisbar. Bei Anwesenheit von Schwefliger Säure entsteht auf Zusatz von Stärkekleister und eines Tropfens einer verdünnten Lösung von Jod in Jodkalium keine Blaufärbung, oder sie verschwindet wieder. Empyreumatische Stoffe entfärben Kaliumpermanganatlösung, doch darf Schweflige Säure nicht zugegen sein. Propionsäure und Buttersäure gehen bei der fraktionirten Destillation vor der Essigsäure über; bei der fraktionirten Sättigung mit Silberkarbonat krystallisiren ihre Salze zuerst; man sättigt zur Hälfte mit reiner Pottasche, destillirt und wiederholt dies, wodurch die Säuren mit höherem Molekulargewichte ins Destillat gehen.

Werthbestimmung des grauen oder braunen essigsauren Kalks. Da der rohe essigsaure Kalk, der ausser Calciumacetat Butyrat, Propionat, Kohle, organische Substanz und Calciumkarbonat enthält, Handelsprodukt ist, sei hier seine Werthbestimmung angegeben.

Fresenius (Fr. 5. 315; **14**. 172) erhitzt 5 g essigsauren Kalk in einer Retorte, die mit einem Kühler verbunden ist, auf dem Sandbade mit 50 ccm salpetersäurefreier Phosphorsäure und 50 ccm Wasser, bis Schäumen eintritt, und führt die Destillation im Wasserdampfstrome zu Ende. Im Destillate, das in einem 500 ccm-Messkolben aufgefangen wird, titrirt man die Essigsäure und zieht einen etwa vorhandenen Salzsäuregehalt ab.

Den Gehalt an propionsaurem und buttersaurem Kalk bestimmt Luch (Fr. **10**. 184) durch Auskochen der Barytsalze mit absolutem Alkohol.

c) Darstellung von Aceton.

Aceton kann man gewinnen aus dem rohen Holzgeiste, aus Calciumacetat und aus Essigsäure.

1. Darstellung aus dem rohen Holzgeiste. Man behandelt den rohen Holzgeist mit Natriumsulfit, centrifugirt das acetonschwefligsaure Natron ab und zersetzt es mit Sodalösung. Das Verfahren wird in der Technik wenig angewendet.

2. Darstellung aus Calciumacetat. Trockenes Calciumacetat, das keine theerigen Substanzen mehr enthält, wird langsam bei einer Temperatur, die nicht über 300° steigen darf, zersetzt. Man erhitzt es dazu in liegenden Cylindern, in denen sich langsam eine Transportschnecke dreht. Die Dämpfe entweichen durch ein Rohr, das am Ende des Cylinders nach oben führt, und kondensiren sich in einem Schlangenrohre, das von kaltem Wasser oder Eis umgeben ist. Das als Rückstand bleibende Calciumcarbonat fällt durch ein abwärts gehendes Rohr in Kästen und wird wieder zur Darstellung von Calciumacetat benutzt. Nach einem andern Verfahren wird in Kesseln mit Rührwerk erhitzt.

Die Zersetzung von 100 kg Acetat dauert 2 Stunden und erfordert 25 kg Brennmaterial und 1 Pferdekraft.

3. Darstellung aus Essigsäure. Man kann auch Essigsäuredämpfe über porösen Baryt, der auf 350 bis 400° erhitzt ist und sich in einer innen mit Chamotte ausgekleideten eisernen Retorte befindet, leiten. Es bildet sich erst Bariumacetat, das sofort wieder zersetzt wird. Aus 100 kg 40%iger Säure erhält man 12 bis 13 kg Aceton.

Reinigung des rohen Acetons. Das rohe Aceton enthält

ausser einigen Homologen noch unzersetzte Essigsäure. Um es zu reinigen, digerirt man es mit 10% ungelöschtem Kalk in kleinen Stücken, rektifizirt darüber, destillirt dann nochmals über 1 % Kalk und 1 % Natronhydrat und fängt nun die unter 60° übergehenden Destillationsprodukte auf. Eine vollständige Reinigung erzielt man durch die Natriumbisulfitverbindung.

Eigenschaften. Aceton ist eine farblose Flüssigkeit von ätherischem Geruch und brennendem Geschmack, SG. 0,7921 bei 18°, 0,8140 bei 0°, siedet bei 56°. Es ist löslich in Wasser, Alkohol, Chloroform und Aether und löst die meisten Fette, Harze, ätherischen Oele, Schiessbaumwolle etc. Seine weiteren Eigenschaften sind die allgemeinen der Ketone.

Verwendung. Aceton wird verwendet in der Farbenindustrie, bei der Fabrikation von Lacken, von rauchschwachem Schiesspulver, Jodoform etc.

Verarbeitung des Holztheers.

Der Holztheer, der ausser den auf S. 203 angeführten Kohlenwasserstoffen stets basische Produkte und fast immer, mit Ausnahme des Birkentheers, Holzessig enthält, hat je nach seiner Abstammung abweichende physikalische Eigenschaften.

Der Fichtentheer ist hellbraun, durchscheinend und ziemlich dickflüssig. Der aus den Wurzelstöcken hat das SG. 1,05 bis 1,14 und ist entweder hellgelb, dünnflüssig, reich an ätherischem Oel und Harz, oder gelb, dickflüssig, kienölhaltig (Wagen- oder Schiffstheer), oder dunkelbraun, noch dicker, arm an ätherischem Oele. Der Kienholztheer enthält, wenn er in Retorten gewonnen wurde, viel Kienöl. Der Schwarzföhrentheer ist schwarzbraun, syrupartig und hat das SG. 1,075. Während der Theer von Nadelhölzern eine klebrige Beschaffenheit hat, besitzt der von Laubhölzern eine mehr fettartige. Der aus der Birkenrinde stellt eine ölartige, schwarzblaue bis graublaue opalisirende Flüssigkeit dar, die leichter als Wasser ist.

Destillirt man den Theer, so geht zuerst Methylalkohol und Essigsäure, dann bis 150° sogen. leichtes Theeröl oder Brandöl vom SG. 0,98 über, das bei dem aus harzarmen Hölzern stammenden Theer grösstentheils aus Eupion, bei dem aus harzreichen Hölzern stammenden aus rohem Terpentinöl (Kienöl) im Gemische mit Eupion besteht. Dann folgt das schwere Theeröl von etwa 1,015 SG., das hauptsächlich Eupion, Toluol, Kreosot und Retinol enthält, später ein dickes, paraffinhaltiges Oel. Ueber 250° wird das Destillat immer paraffinhaltiger, es treten Gase auf und zuletzt sublimirt Anthracen. Unterbricht man die Destillation bei 250°, so bleibt im Gefässe braunschwarzes, glänzendes Pech, treibt man sie weiter, so erhält man sehr harten, porösen Koks.

Verwendung. Der rohe Holztheer kann als konservirender Holzanstrich, zur Gewinnung von Russ und als Brennmaterial dienen. Der Birkentheer wird in der Heilkunde und bei der Herstellung des Juchtenleders verwendet.

Zur Verarbeitung des Holztheers wird derselbe zunächst von Holzessig und Wasser befreit und dann einer fraktionirten Destillation unterworfen, bei der man gewöhnlich nur zwei Antheile, die leichten und die schweren Oele, gesondert auffängt.

Um Holzessig zu entfernen, wäscht man einige Male mit 20 bis 25 % siedendem Wasser, lässt den wässerigen Holzessig sich absetzen und zieht ihn am Boden ab. Oder man neutralisirt den Holzessig mit etwa 2 % Kalkmilch, trennt die wässerige Schicht durch Erwärmen mit Dampf und Stehenlassen, zieht sie ab und wäscht den

Theer einmal mit reinem und einmal mit 0,25 % Schwefelsäure enthaltendem heissen Wasser.

Zur Entwässerung wird der nach einer der beiden Methoden vorbereitete Theer in Gefässen mit doppelten Wänden, die mit Kondensationsschlangen verbunden sind, da auch Dämpfe leichter Oele übergehen, durch Dampf erwärmt.

Die Destillation geschieht in 10 mm starken schmiedeisernen Blasen von 2 m Weite und 2,75 m Höhe mit gewölbtem Boden und gusseisernem Helme. Da der Theer bei der Destillation stark steigt, ist ein Rührwerk und oben eine siebartige Einlage vorhanden. Ist die Blase zur Hälfte gefüllt, so heizt man unter beständigem Rühren recht vorsichtig an und steigert die Temperatur sehr langsam. Sobald das anfangs heftige Stossen der Masse unter starkem Geräusche sein Ende erreicht hat, sind die letzten Theile essigsäurehaltigen Wassers (etwa 20 %) und mit ihnen 10 bis 12 % leichte Oele übergegangen. Man wechselt dann die Vorlage, fängt 15 bis 16 % schwere Oele auf, unterbricht die Destillation, wenn etwa 50 % Destillat übergegangen sind, und lässt nach 10 bis 12 Stunden das Pech ab.

Das leichte Theeröl wird in einer schmiedeeisernen oder kupfernen Blase rektifizirt, wodurch man Holzgeist (10 %), leichtes Oel (35 %), schweres Oel (25 %) und einen dicken Rückstand erhält. Das rektifizirte leichte Oel wird durch inniges Durcharbeiten mit 15 % Natronlauge von der grössten Menge des Kreosots befreit, mit 25 % warmem Wasser gewaschen und bei sehr gelinder Temperatur rektifizirt. Man erhält 60 % leichtes, 20 % schweres Oel und 20 % Rückstand. Das leichte Oel wird nochmals mit 15 % Natronlauge gemengt und wie vorher behandelt.

Aus dem schweren Theeröl scheidet man zunächst durch Neutralisation mit Soda die Fettsäuren (Propion-, Butter-, Valerian- und Capronsäure) ab, die man durch fraktionirte Destillation ihrer Ester von einander trennen oder deren Natriumsalze man durch Glühen bei Luftzutritt in Soda überführen kann. Das abgezogene Oel wird 1 Stunde lang mit Natronlauge von 15 ° Bé., zuletzt unter Anwärmen mit Dampf, durchgerührt, abgezogen, zweimal mit heissem Wasser gewaschen, denselben Operationen nochmals unterworfen und rektifizirt. Zuerst gehen Wasser und leichte Oele, dann das schwere Oel und zuletzt paraffinhaltiges über. Die letzteren Antheile rührt man ½ Stunde mit 5 % englischer Schwefelsäure gut durch, zieht sie nach dem Absetzen ab, wäscht mit heissem Wasser, mischt mit 2 % Natronlauge, zieht ab, wäscht und rektifizirt. Aus dem zuletzt übergehenden paraffinhaltigen Oele lässt man das Paraffin auskrystallisiren und gibt die flüssig bleibenden Antheile zu dem schweren Oele.

Die kreosothaltigen Laugen werden mit Schwefelsäure versetzt. Das sich abscheidende Rohkreosot bleicht man durch 24stündiges Stehenlassen mit einem Gemisch von 0,25 bis 0,5 % Kaliumbichromat und 0,5 bis 1 % Schwefelsäure und Destillation.

Verwendung der Destillationsprodukte. Das bei der Destillation des Theers zurückbleibende Pech wird zur Herstellung von Schusterpech, Brauerpech, Wagenfetten, Briketts und, ebenso wie der asphaltartige Rückstand bei den Rektifikationen, zur Russerzeugung gebraucht.

Das leichte Theeröl kann das Terpentinöl in der Lack- und Firniss-

fabrikation ersetzen. Zu Beleuchtungszwecken (Kamphin) wird es kaum noch benutzt, da die Petroleumdestillate es hier, wie als Lösungsmittel für Fette, verdrängen.

Das lichtgelbe, beinahe wasserklare schwere Theeröl eignet sich, da es säurefrei ist und nicht verharzt, gut zur Herstellung von Maschinenölen, hat aber sehr unter dem Mitbewerb des Vaselins zu leiden.

Das Kreosot findet Anwendung für medizinische Zwecke und zum Schnellräuchern, das Paraffin hauptsächlich zur Kerzenfabrikation, in der Parfümerie zur Enfleurage, beim Vakuumkochen des Zuckers zur Verhinderung des Ueberschäumens, für Glanzpapiere, als Schmiermittel, zum Dichten und Appretiren.

Produkte, die bei der Behandlung des Holzes mit chemischen Agentien erhalten werden.

Ueber die Cellulose wird unter dem Abschnitte Papier berichtet. Das nächst der Cellulose wichtigste, hierher gehörige Produkt ist die Oxalsäure. Die Fabrikation von Spiritus aus Holz begegnet noch technischen Schwierigkeiten.

1. Oxalsäure.

Die Oxalsäure wird durch Oxydation der Cellulose mit schmelzendem Kalinatron oder mit einem Gemische von Salpetersäure und Schwefelsäure erhalten.

Erhitzt man Cellulose mit ätzenden Alkalien, so bilden sich neben organischen Säuren humusartige Substanzen, die über 200° unter Bildung von Oxalsäure oxydirt werden. Wird die Temperatur von 200° weit überschritten, so zerfällt die Oxalsäure in Kohlensäure und Wasser.

W. Thorn hat Versuche über die Einwirkung der Aetzalkalien auf Holz angestellt, aus denen hervorgeht, dass die Ausbeute an Oxalsäure am grössten ist, wenn man auf 1 Thl. Holz 2 Thle. Alkali anwendet und die Temperatur von 240° höchstens um 10° überschreitet. Am meisten Oxalsäure erhält man beim Schmelzen mit reinem Kalihydrat, fast eben so viel aber beim Schmelzen mit einem Gemische von 40 Thln. Kalihydrat und 60 Thln. Natronhydrat. Possoz (1858) wollte dem Alkali Kaliummanganat zufügen; nach Thorn erhöht ein Zusatz von Braunstein bei 150° die Ausbeute nicht.

Am häufigsten verwendet man zur Oxalsäuredarstellung Sägespähne. Die weichen Hölzer geben mehr Oxalsäure als die harten. Man befreit sie durch Sieben von grösseren Stücken, durchtränkt sie gleichmässig mit Kalinatronlauge vom SG. 1,3 bis 1,4 (Holz : Alkali = 1 : 2)[1], bringt sie in 1,5 bis 2 cm hoher Schicht, die durch ein Rührwerk beständig umgewendet wird, in sehr flache Pfannen von 2 m Durchmesser mit 5 cm hohem Rande und erhitzt diese auf etwa 240° durch Feuerungsgase, deren Zutritt durch Registerschieber geregelt werden kann. Zuerst verdampft Wasser, die Masse wird allmählich tiefbraun unter Entwickelung eines eigenthümlichen Geruches und bei 180° grünlichgelb. Sind keine Holztheilchen mehr in der Masse bemerkbar, so bringt man sie noch heiss in warmes Wasser, konzentrirt bis 38° Bé. und lässt erkalten. Die grösste Menge des Natriumoxalats krystallisirt aus; in der Mutterlauge finden sich neben wenig Natriumoxalat Kalium-

[1] Mehr Holz gäbe eine grössere Ausbeute; die technische Durchführung des Prozesses stösst aber dann auf Schwierigkeiten.

karbonat, Kali- und Natronhydrat und humusartige Substanzen[1]). Die Krystalle des Natriumoxalats kommen auf den falschen Boden eines Bottichs, wo sie durch kaltes Wasser gewaschen werden, oder man trennt sie in einer Filterpresse oder Centrifuge von der Mutterlauge. So lange diese nicht zu viel organische Substanz enthält, wird sie durch Kalk wieder ätzend gemacht. Sonst konzentrirt man sie auf 40° Bé. (= 1,386 SG.), lässt sie von Sägespähnen aufsaugen, trocknet sie auf Eisenplatten ein und röstet bei Luftzutritt. Das kohlensaure und kaustische Alkali wird dem Rückstande mit Wasser oder der bei der Zersetzung des Natriumoxalats mit Kalk erhaltenen Lauge entzogen, die Lösung mit Kalk kaustifizirt.

Das Natriumoxalat löst man in ziemlich wenig Wasser, das durch Dampf zum Kochen erhitzt wird, fügt die zur Fällung der Oxalsäure nöthige Menge Kalk allmählich unter Umrühren bis auf einen kleinen Rest und von diesem so lange zu, als noch eine Probe, mit Essigsäure angesäuert und mit Calciumchlorid versetzt, eine Trübung gibt. Man lässt stehen und zieht die Flüssigkeit von dem oxalsauren Kalk ab, der mit Wasser gewaschen wird. Die alkalihaltigen Waschwässer werden konzentrirt und mit der bei der Umsetzung erhaltenen Alkalilauge in einer neuen Operation verwendet.

Das Calciumoxalat rührt man mit Wasser zu einem dünnen Brei an, kocht in einer mit Blei ausgeschlagenen Kufe vom Boden aus mit Dampf (zu starkes Erhitzen färbt die Lösung dunkel, ist also zu vermeiden) und setzt unter Umrühren Schwefelsäure von 15 bis 20° Bé. (auf 1 Thl. Kalk 2 Thle. Säure von 66° Bé.) zu. Man lässt den Gyps sich absetzen, zieht die Flüssigkeit ab und wäscht den Gyps auf bleiernen Filtern oder in Filterpressen mit Wasser. Das erste Waschwasser wird zur Oxalsäurelösung gefügt, die anderen Wässer bei einer zweiten Operation zum Aufschlämmen des Calciumoxalats verwendet.

Die Oxalsäurelösung, die noch Schwefelsäure und Gyps enthält, wird in einer flachen bleiernen Pfanne durch Dampfheizung auf 15° Bé. (im Winter 10° Bé.) konzentrirt; sie scheidet dann bei 3- bis 4stündigem Stehen Gypskrystalle aus. Die Lösung wird von diesen getrennt, in einer zweiten Pfanne auf 30° Bé. eingedampft und in flachen hölzernen, mit Blei ausgeschlagenen Gefässen der Krystallisation überlassen. Die Mutterlauge wird abcentrifugirt, auf Schwefelsäuregehalt titrirt und bei einer zweiten Zersetzung von Calciumoxalat mit verwendet. Die Oxalsäurekrystalle werden von dem Reste der Mutterlauge durch Waschen mit kaltem Wasser befreit und umkrystallisirt. Sie enthalten dann nur noch sehr wenig Schwefelsäure, Kalium- und Natriumoxalat und sind für technische Zwecke rein genug.

J. Dale entfernt vor Ausführung des beschriebenen Prozesses die in der Cellulose vorhandenen Beimengungen grösstentheils durch Behandeln der Sägespähne mit heisser Aetzalkalilösung.

Ed. Bohlig trägt in siedende Kalilauge von 36° Bé. Sägespähne bis zur Verdickung ein, erhitzt 2 bis $2\frac{1}{2}$ Stunden unter beständigem Rühren, lässt etwas abkühlen, verdünnt auf 40° Bé. und lässt durch

[1]) Man kann auch die Schmelze erkalten lassen und mit kaltem Wasser auslaugen, so dass die Lösung nicht schwächer als 35° Bé. wird. Natriumoxalat bleibt zurück. Man erleidet aber Verluste dadurch, dass Kaliumoxalat in Lösung geht.

Erkalten das Kaliumoxalat auskrystallisiren. Es wird gewaschen, umkrystallisirt, in vielem heissem Wasser gelöst und mit Magnesiumchlorid- oder -sulfatlösung vermischt. Das Magnesiumoxalat wird ausgewaschen und in der Hitze mit Salzsäure zersetzt. Die geklärte Lösung soll Krystalle von Oxalsäure geben, die nach dem Waschen und einmaligem Umkrystallisiren chemisch rein sind.

β) Die Darstellung von Oxalsäure durch ein Gemisch von Salpetersäure und Schwefelsäure ist J. Lifschütz, E. Börnstein und der Chemischen Fabrik Grünau (Landshoff & Meyer) patentirt worden (D.R.P. Nr. 60233; vergl. auch bei Cellulose und Nettl's D.R.P. Nr. 52491; Uhl's D.R.P. Nr. 43345).

Eigenschaften. Die Oxalsäure $C_2H_2O_4 + 2H_2O$ bildet geruchlose, stark sauer schmeckende, farblose, durchsichtige, grosse, monokline Krystalle oder kleine Nadeln vom SG. 1.63 bis 1.64, die sich in 12 bis 14 Thln. kaltem und 0,3 bis 0,4 Thln. heissem Wasser, in 6 bis 7 Thln. 90%igem und 4 Thln. absolutem Alkohol, in 80 Thln. Aether zu stark sauren Flüssigkeiten lösen. Sie verwittert an der Luft schon bei 20 bis 25°, schmilzt bei 150 bis 160° unter Abgabe ihres Krystallwassers und sublimirt beim vorsichtigen Weitererhitzen wasserfrei, während sie bei raschem Erhitzen in Kohlensäure und Ameisensäure oder noch weiter in Kohlensäure, Kohlenoxyd und Wasser zerfällt. Die letztere Zersetzung tritt auch beim Erhitzen mit konzentrirter Schwefelsäure ein. Kaliumpermanganat oder Braunstein in saurer Lösung oxydiren sie zu Kohlensäure. Oxalsäure ist giftig.

Verwendung. Oxalsäure findet Verwendung als Aetzbeize im Kattun-, Wollen- und Seidendruck und in der Färberei, zum Weissmachen von Leder, zu Metallputzpomaden, zum Entfernen von Tinten- und Rostflecken aus Wäsche (dazu dient auch das Kleesalz), zum Bleichen und Reinigen von Stearin und feinen Strohgeflechten, als Lösungsmittel für Berliner Blau zu Tinten, zur Darstellung von Diphenylaminblau, Rosolsäure, Ameisensäure, Dextrin und zur Darstellung ihrer Salze (Oxalate), auch als Reagens. Das Antimonoxydoxalat wird in der Färberei als Beize, das Eisenoxyduloxalat als sogen. Oxalatentwickler in der Photographie benutzt.

Prüfung. Am häufigsten finden sich als Verunreinigungen in der rohen Oxalsäure Alkalioxalate, die aber auch nicht selten der reinen Säure hartnäckig anhaften. Auch kleine Mengen Kupfer-, Blei-, Eisen- und Calciumverbindungen sind oft beigemengt.

Man glüht die Oxalsäure, zieht den Rückstand mit Wasser aus, wodurch Alkalikarbonate in Lösung gehen, löst die zurückbleibenden Antheile in Salpetersäure und bestimmt sie nach dem gewöhnlichen Gange der qualitativen Analyse.

Quantitative Bestimmung der verunreinigenden Alkalioxalate (Dammer, Lexikon der Verfälschungen S. 688). Zur annähernden Bestimmung erhitzt man 5 g käuflicher Oxalsäure im tarirten, lose bedeckten, geräumigen Porzellantiegel anfangs gelinde, dann allmählich stärker bis zum konstanten Gewicht. Gereinigte Oxalsäure soll höchstens 1%, rohe nicht über 8% Glührückstand geben.

Zur genauen quantitativen Bestimmung der Oxalate erhitzt man 3 bis 10 g Oxalsäure im Porzellan-, oder besser im Silbertiegel, zieht nach vollständiger Zersetzung den Glührückstand mit Wasser aus und titrirt das in Lösung gegangene Alkalikarbonat mit 1/10-Normalschwefelsäure.

2. Die Fabrikation von Spiritus aus Holz.

Cellulose kann durch andauerndes Kochen mit verdünnten Säuren, nöthigenfalls unter Druck, in Dextrose übergeführt werden, die man dann in alkoholische Gährung versetzen kann. Obgleich auf diese Umwandlung, die wirthschaftlich einen ausserordentlichen Einfluss ausüben würde, schon eine ganze Reihe von Patenten genommen ist, hat sich doch noch keines als Grundlage für einen lohnenden Fabrikbetrieb geeignet erwiesen.

Konserviren des Holzes.

Während vollkommen trockenes Holz, in trockener Luft aufbewahrt, von unbegrenzter Dauerhaftigkeit ist, erleidet feuchtes Holz in der Luft, in der Erde und im Wasser eine mehr oder minder schnelle Zersetzung, die am schnellsten und weitesten in der Längsrichtung der Zellen fortschreitet. Veranlasst wird diese theils durch die Einwirkung des Sauerstoffs auf die Cellulose und die inkrustirende Substanz, namentlich bei abwechselnder Einwirkung trockener und feuchter Luft, theils, und in viel grösserem Maasse dadurch, dass in den saftreichen Theilen die stickstoffhaltigen Substanzen eine geeignete Nahrung für zerstörende kryptogame Pflanzen und verschiedene Insekten bilden. Die letzten Ursachen der Fäulniss sind, wie bei der Gährung, Mikroorganismen. Man wird also bei der Konservirung des Holzes sein Hauptaugenmerk darauf richten müssen, die schon vorhandenen Keime zu zerstören und den Zutritt neuer zu verhindern. Am besten wirken die Konservirungsmittel, die bei gewöhnlicher Temperatur möglichst wenig flüchtig, möglichst unlöslich in Wasser sind und am schnellsten in den Poren des Holzes fest werden. Auszuschliessen sind natürlich die, welche die Holzfaser zerstören oder schwächen. Gleichzeitig ist der Saft möglichst vollständig zu entfernen und das Holz, was allerdings bei seiner grossen Hygroskopicität schwierig ist, trocken zu erhalten.

Geschichtliches. Schon in sehr frühen Zeiten verstand man das Holz durch einen Anstrich mit Pech, Theer, Gummi- und Harzlösungen, Oliven-, Cedern-, Lärchen- und Wachholderöl gegen das Eindringen der Feuchtigkeit zu schützen. Aber erst Pallas (1719) bewahrte auch die Faser vor Fäulniss, indem er sie durch nach einander folgende Einführung von Eisenvitriollösung und Kalkwasser „metallisirte". Durch die Versuche von Hales wurde der Anstoss zum Imprägniren unter Druck, durch die von Duhamel zum Imprägniren unter Benutzung des Säfteaufsteigens gegeben. Reed (1740) und Hales (1756) schlugen Theer zum Konserviren vor, Carny wandte Kochsalz an. Margary lenkte 1837 die Aufmerksamkeit auf den Kupfervitriol, der später von Boucherie in die Praxis eingeführt wurde. Burnett wandte Zinkchlorid (1838), Kyan (1832) Sublimat an, das übrigens schon ein Jahrhundert vor ihm von Homberg empfohlen worden war. Bethell schlug 1838 Kreosot und Phenol enthaltende Oele vor.

Konservirungsmethoden. Die gegenwärtig angewandten Konservirungsmethoden bestehen im Austrocknen, Ankohlen, Imprägniren und Metallisiren.

1. Austrocknen des Holzes. Man schichtet das Holz in Stapeln, die der Luft überall freien Durchzug gestatten, ein Jahr lang im Freien auf, wobei zugleich durch die atmosphärischen Niederschläge der Saft theilweise ausgelaugt wird. Dann kommt es wieder ein Jahr in Schuppen mit hinreichendem Luftzuge und ein drittes Jahr an einen mässig warmen Ort. Die vollständige Austrocknung geschieht in Dörröfen durch heisse Verbrennungsgase, die eine unter 150° liegende Temperatur haben müssen. Diese erreicht man dadurch, dass man die Gase sich erst etwas abkühlen lässt oder mit ihnen einen grossen Ueberschuss an kalter Luft in den Ofen einführt oder stark wasserhaltiges Holz zum Heizen benutzt. Neuerdings wendet man einen Ventilator an, der Luft gegen ein System von Röhren bläst, durch die Dampf geht; der heisse Luftstrom wird in die Trockenkammern geleitet. Man benutzt auch wohl die durch unvollständige Verbrennung des Heizmaterials entstehenden Gase, die antiseptische Substanzen enthalten, zum Austrocknen. Wird so das Austrocknen ganz allmählich betrieben, so kommt ein Werfen oder Reissen des Holzes kaum vor. Um die feuchte Luft abzuhalten, gibt man dem ausgetrockneten Holze einen Ueberzug von Oelfarben, Politur etc. So werden die Hölzer, die zur Herstellung von Möbeln, Parkettfussböden, Resonanzböden u. s. w. verwendet werden sollen, behandelt.

2. Das Ankohlen des Holzes. Beim Ankohlen des Holzes wird die oberflächliche Feuchtigkeit verdampft, werden die fäulnissfähigen organischen Substanzen und die fäulnisserregenden Fermente zerstört und gleichzeitig das Holz in 2 bis 3 mm Tiefe mit theerigen Substanzen getränkt. Während man das Verfahren für Pfähle aller Art in seiner einfachsten Form anwenden kann, benutzt man für Hölzer, deren Form und Volumen nicht verändert werden darf, die Abänderung de Lapparent's, die sich auf Verwendung des Leuchtgasgebläses stützt. Wenn das Holz stark geschwärzt ist (die Kohlenschicht soll nicht dicker als 1 bis 2 mm sein), hört man mit dem Ankohlen auf und bürstet die pulverige Schicht ab. Man kann auch vortheilhaft die Flamme einer mit schwerem Steinkohlentheeröl gespeisten Löthlampe verwenden. Hugon hat einen Gebläseofen vorgeschlagen, dessen Wirkung durch eingespritztes Wasser, das durch das glühende Brennmaterial zersetzt wird, erhöht werden soll. Diese Art der Konservirung leidet daran, dass das Holz zu leicht rissig wird. Ausserdem ist die schützende Schicht viel zu dünn.

3. Imprägnation. a) Imprägnation ohne Druck. Am längsten wird zum Imprägniren Sublimat (Quecksilberchlorid) verwendet. Bei diesem sogen. Kyanisiren werden Eisenbahnschwellen in Kästen, die aus Bohlen gefertigt sind, fest eingelegt und dann mit einer Lösung, die auf 1000 l 6,7 kg Sublimat enthält und die beständig auf dieser Konzentration erhalten werden muss, übergossen. Nach etwa 8 bis 10 Tagen bei kienenen, 12 bis 14 Tagen bei eichenen Schwellen wird die Flüssigkeit mit einer Hartbleipumpe in einen zweiten Kasten befördert u. s. f. Auf 1 cbm Holz verbraucht man im grossen Durchschnitt etwa 1 kg Sublimat. Eine ernstliche Gefährdung der Gesundheit bei den Arbeitern ist bei der nöthigen Vorsicht kaum zu befürchten.

Wegen seines hohen Preises hat man das Sublimat durch Chlorzink, Kupfervitriol, schweres Theeröl und andere Stoffe zu ersetzen versucht.

Card empfiehlt zum Imprägniren eine Lösung von 20 Thln. Chlorzink und 1 Thl. Sublimat in 979 Thln. Wasser. Beer nimmt Boraxlösung. Kupfervitriol wird vielfach angewandt, meist aber nur bei dem Flüssigkeitsdruck- und Entluftungsverfahren (s. unten). Der Kupfervitriol wird oft ersetzt durch das noch billigere Chlorzink. Gute Resultate gibt auch das schwere Theeröl und besonders das Holzkreosot. R. Scholz (D.R.P. Nr. 53854) schraubt auf der Mitte der Schwellen eine gusseiserne Büchse mit einem Dochte ein. Dieser theilt das in der Büchse enthaltene Theeröl allmählich dem Holze mit. H. Liebau (D.R.P. Nr. 50295 und 52898) bohrt die Holzpfähle, soweit sie später in die Erde oder ins Wasser reichen sollen, vertikal oder Schwellen horizontal aus und führt durch eine obere seitliche Bohrung oder Fülllöcher auf der oberen Seite in einer starken Metallkapsel das Imprägnirungsmittel, z. B. Metallsalzlösungen, Theer, Theeröl oder Kreosot, besonders aber Kienöl, ein. Blythe zerstäubt das Theeröl durch überhitzten Wasserdampf; das Verfahren scheint aber nicht besonders brauchbar zu sein. Graf & Co. machen (D.R.P. Nr. 63318) die Theeröle durch Behandeln mit Ozon oder ozonisirter Luft dickflüssiger. R. Avenarius (D.R.P. Nr. 46021) erhöht die Viskosität, den Entflammungspunkt und das spezifische Gewicht der

schweren Steinkohlentheeröle, die er unter dem Namen Carbolineum in den Handel bringt, indem er sie in mässig warmem Zustande unter starkem Rühren mit Chlor behandelt. Dadurch wird auch der unangenehme Geruch, der dem Rohprodukt anhaftet, beseitigt. L. de Paradies wendet dampfförmiges Kreosot, Phenol oder Naphtalin an. Günstige Ergebnisse erzielt Aitken dadurch, dass er den Holzklotz, je nach seiner Stärke, 2 bis 12 Stunden in geschmolzenes und auf etwa 83 bis 93° erhitztes Naphtalin einlegt.

b) Das Boucherie'sche Flüssigkeitsdruckverfahren und seine Modifikationen. Die Imprägnationsflüssigkeit kommt in zwei 8 bis 10 m hoch aufgestellte grosse Behälter. Von ihnen gehen kupferne Röhren herab und verzweigen sich am Boden in parallele Stränge, deren Zahl sich nach der Anzahl der Reihen von Stämmen richtet, die auf einmal imprägnirt werden sollen. Sie senden vertikale Röhren aus, deren Zahl den in einer Reihe liegenden Stämmen entspricht. Hat man gewöhnliche Eisenbahnschwellen zu imprägniren, so legt man um den frischen, unten liegenden Hirnschnitt ein getheertes Hanfseil oder eine Kautschukschnur, befestigt davor ein rundes Brett wasserdicht und setzt einen Rohrstutzen zur Einführung der Flüssigkeit ein. Bei längeren Hölzern macht man in der Mitte einen Einschnitt, lässt ihn aus einander klaffen, dichtet mit Hanfschnur und führt das Zuleitungsrohr schräg ein. Zunächst lockert man die Verschlüsse und lässt die Flüssigkeit langsam fliessen, um die Luft zu entfernen, dann dichtet man fest und gibt vollen Druck. Tritt die Lösung am oberen Ende stark gefärbt aus, so wird sie von unten nach oben durch Kies- und Kohlefilter filtrirt und wieder in die Reservoirs gepumpt.

Boucherie verwendet eine 1%ige Kupfervitriollösung. Eisenbahnschwellen brauchen 6 Stunden zur Imprägnation und auf das Stück 500 bis 600 g Kupfervitriol. Der letztere liefert nur gute Resultate, wenn der Saft vollständig verdrängt wird, das verwendete Salz höchstens 5% Eisen enthält, Calciumchlorid, Natrium- oder Kaliumkarbonat und Kohlensäure nicht darauf wirken können (weshalb auch die so imprägnirten Hölzer bei Wasserbauten nicht zu verwenden sind) und die imprägnirten Schwellen vor ihrer Verwendung getrocknet werden. Das Verfahren von Boucherie hat den Vorzug, dass es leicht ausgeführt werden kann und einen einfachen Apparat erfordert, dagegen den Nachtheil, dass unverarbeitetes Holz verwendet werden muss und der Kupfervitriol viel theurer ist als das Chlorzink.

Büttner und Möring erhitzen die Kupfervitriollösung, in der die Schwellen stehen, durch Dampf zum Sieden. Dadurch wird die Luft in den Zellen ausgedehnt, so dass beim Erkalten Imprägnirungsflüssigkeit nachsteigt. Der Prozess dauert etwa 8 bis 9 Stunden und soll nur eine Kupfervitriollösung von 0,5% erfordern.

Pfister kürzt die Imprägnirungszeit dadurch bedeutend ab, dass er eine Pumpe anwendet. An die frische Hirnfläche wird eine eiserne Verschlussplatte, die je nach dem zu verwendenden Holzcylinder einen kleineren oder grösseren Durchmesser besitzt, durch besondere Vorrichtungen fest angezogen und durch deren Stutzen die Lösung durch eine Saug- oder Druckpumpe eingetrieben. Sobald am andern Ende die Flüssigkeit mit demselben spezifischen Gewicht, das sie vor der Verwendung hatte, wieder austritt, wird die Arbeit eingestellt. Die für

Eisenbahnschwellen bestimmten Hölzer lagern vortheilhaft vor der Verwendung einige Tage, die für Schnittwaare bestimmten einige Wochen oder Monate. Pfister verwendet zum Imprägniren eine Chlorzinklösung vom SG. 1,008 bei Hölzern, die für trockene Räume bestimmt sind, vom SG. 1,01 für solche, die im Freien und im Boden liegen sollen. Von dieser Lösung werden für 1 cbm Buchenholz 360 l verbraucht. Eine Schwelle wird in 3 bis 4 Minuten imprägnirt. Da das Holz am besten an demselben Tag imprägnirt wird, wo es gefällt ist, weshalb auch die Arbeit im Walde selbst vorgenommen wird, so setzt die Anwendung dieses Verfahrens voraus, dass Holzfällen, Imprägniren und weitere Verarbeitung in einer Hand liegen. Es fordert eine unverletzte Rinde und einen von Rissen freien Klotz oder, wenn diese Bedingungen nicht erfüllt sind, umständliche Massregeln zum Dichten des Stückes. Das Verfahren ist nicht einfach, der Apparat theuer und die Durchtränkung keine gleichmässige.

c) Das Burnett'sche Entluftungsverfahren. Die vollständig zugerichteten Hölzer kommen auf acht eisernen Wagen in zwei grosse cylindrische Kessel aus 1 cm starkem Eisenblech von 10,7 m Länge und 1,9 m Durchmesser, deren jeder 120 Schwellen fasst. Hat man die Kessel durch Aufschrauben des Kopfes geschlossen und gedichtet, so wird Dampf von 4 Atm. Spannung (im Kessel) eingelassen. Das Kondenswasser, das mit dem Safte, Staub- und Schmutztheilchen beladen ist, wird von Zeit zu Zeit abgelassen und nach Beendigung des Dämpfens der Imprägnirungsapparat abgeblasen. Dann werden die Kessel durch Luftpumpen möglichst luftleer gemacht. Zeigt das Vakuummeter 543 mm, so wird, unter Fortarbeiten der Luftpumpen, die Verbindung mit Chlorzinkcisternen, je zwei von 4,25 m Länge und 1,40 m Breite und Höhe für jeden Kessel, hergestellt. Die neutrale Chlorzinklösung enthält 1 % Zink. Sind die Kessel mit dieser Lösung fast gefüllt, so stellt man die Luftpumpen ab und presst nun durch eine Druckpumpe Chlorzinklösung ein, bis im Kessel 10 Atm. Druck vorhanden sind, den man 1 bis 3 Stunden beibehält. Dann lässt man die Lösung ab, öffnet die Kessel, fährt die Wagen heraus und neue hinein. Wird so gearbeitet, dass in dem einen Kessel gedämpft wird, während der andere unter Druck steht, so kann man in einem Tage 480 Schwellen imprägniren.

Löwenfeld (D. **264**. 559; D.R.P. Nr. 34577) hat eine Imprägnirungsbatterie, die aus sechs Kesseln besteht, angegeben. Aehnliche, für Kupfervitriollösung bestimmte Apparate rühren von Bréant, Legé, Fleury-Pironnet (Muspratt 2. 51), Meyer, D'Huslar & Comp. (D. **153**. 12) her. Einen fahrbaren Imprägnirungsapparat konstruirten Chaligny und Guyot-Sionnest (D. **260**. 75).

An Stelle von Chlorzink und Kupfervitriol kann man auch das schwere Theeröl in das Holz einpressen. Vortheilhaft behandelt man die Schwellen erst mit überhitztem Wasserdampf, wodurch die Eiweissstoffe im Holz koagulirt werden, trocknet dann gründlich bei einer Temperatur, die allmählich auf 130° zu steigern ist, bringt dann das Holz in die Imprägnirungscylinder und lässt etwa 50° warmes Oel ein.

M. A. Luckenbach (Am. Pat. Nr. 473705) presst in das getrocknete Holz ein Gemisch von warmem Rohpetroleum und Eisenoxyd und dann noch eine Giftlösung ein.

4. Metallisirung oder Verkieselung. Die hierher gehörigen Methoden beruhen darauf, dass durch auf einander folgendes Behandeln des Holzes mit zwei Salzlösungen unlösliche Niederschläge erzeugt werden, welche die Poren des Holzes verstopfen.

Man imprägnirt z. B. nach einander mit Schwefelbaryum und Eisenvitriol, Kalkwasser und Eisenvitriol oder verdünnter Schwefelsäure, Chlorcalcium und schwefelsaurem Natrium, Seifenlösung und Chlorcalcium. Kretzschmar tränkt die möglichst trocknen Hölzer mit 1%igen Lösungen von Zink-, Kupfer-, auch wohl Antimonverbindungen und streicht dann mehrmals mit Harzseifenlösung, die durch Kochen von 1000 Thln. Kolophonium mit 3000 Thln. 10,5%iger Natronlösung erhalten ist. Um eine Schwärzung der Hölzer zu vermeiden oder eine ungünstige Beeinflussung eines späteren Farbanstrichs zu verhüten, erfolgt dann noch eine Behandlung mit 4- bis 5%igem Holzessig. C. Raspe (D.R.P. Nr 59320) verwendet zum Imprägniren die Lösung eines in Wasser unlöslichen harzsauren Metallsalzes in einer Flüssigkeit, die Kohlenwasserstoff enthält, z. B. Paraffinöl, Anthracenöl, Mineralöl oder Theer. Auf je 100 Thle. von diesen verwendet er 0,25 Thle. harzsaures Quecksilber oder 3 Thle. Kupfer- oder Mangansalz oder 4 Thle. Zinksalz. Die Aktiengesellschaft der vereinigten Arader und Csanader Eisenbahnen ersetzt die Harzseife in dem Kretzschmar'schen Verfahren durch Harzkreosotseife. A. J. Goodwin (Am. Pat. Nr. 411111) imprägnirt mit Kupferlösung und behandelt dann mit Glukoselösung.

Wirkung der Konservirungsmittel. Die Dauerhaftigkeit der imprägnirten Hölzer, im Vergleiche zu den nicht imprägnirten, und die Wirkung der einzelnen Mittel zeigt folgende Tabelle (B. H. Z. 1891. 422):

	Schwellen aus Eiche	Buche	Kiefer	Fichte
	halten sich Jahre			
Nicht imprägnirt	12 bis 13	4 bis 5	10 bis 11	4 bis 5
Mit Kupfervitriol getränkt	—		14	9,5
dto. nach Boucherie	—	—	16	—
Mit Chlorzink getränkt	—		—	6,5
dto. nach Burnett	25	15	22	—
Mit Kreosot nach Burnett	19	18	—	—

Nach anderen Angaben (Ch. Soc. Ind. 1890. 1005) ist Holzkreosot den zur Imprägnirung verwandten Metallsalzen bei Weitem überlegen.

Schwellen, die mit Chlorzink imprägnirt sind, sollte man nach Grittner (Z. ang. Ch. 1891. 414) an der Oberfläche noch stark mit Theer anstreichen und zu ihrer Befestigung verzinkte Nägel verwenden. Sonst entsteht nämlich bei Anwesenheit von Feuchtigkeit Salzsäure, Zinkoxyd und Eisenchlorür, das bald in Chlorid übergeht und mit der Gerbsäure des Holzes eine bläuliche Färbung gibt, während durch die Salzsäure das Holz zerstört wird.

Wirthschaftliches. Die Holzverkohlungs- und Holzdestillationsindustrie hat sich in Deutschland aus bescheidenen Anfängen seit ca. 40 Jahren in hohem

Maasse entwickelt und die ältere Konkurrenz Frankreichs überflügelt, da holzreiche Gegenden, bequemer Verkehr und billige Handarbeit sowie Brennmaterialien disponibel waren; ferner verlangte die Eisenindustrie Holzkohlen. Seit den 70er Jahren befindet sie sich jedoch in einer gewissen Krisis, wesentlich, weil der sonst lebhafte Absatz nach dem Ausland in Folge von Schutzzöllen stark eingeschränkt ist (Handelskammerberichte **1884**-**88**. 398). Russland und Oesterreich belegten zuerst die Einfuhr mit hohen Zollen, während sie andererseits, ebenso wie Amerika, nach Deutschland importirten, da hier Schutzzoll auf die betreffenden Fabrikate nicht bestand. 1887 folgte Belgien, 1888 Italien, das wahre Prohibitivzölle auf Essigsäure legte, die sonst in grossen Mengen aus Deutschland bezogen wurde. England, dessen Waldbestände gering sind, wird wie auch Deutschland von Amerika aus mit den Rohmaterialien (holzsaurer Kalk und Rohholzgeist) versorgt. Neuerdings hat der englische Handel in Destillationsprodukten fast gänzlich aufgehört (Ch. Z. **1892**. 653). Eine nur vorübergehende Auffrischung für die Preislage des Holzgeistes brachte die Nachfrage nach Denaturirungsmitteln. Holzessig resp. Holzgeist stellen in Deutschland 29 resp. 26 Fabriken dar (Wenzel, Adressb. f. d. chem. Ind. 1892).

Literatur. Thenius, G., Das Holz und seine Destillationsprodukte (Wien 1883); Derselbe, Die Meiler- und Retortenverkohlung (daselbst 1885); Bersch, J., Die Verwerthung des Holzes auf chemischem Wege (2. Aufl., daselbst 1893).

Papier.

Das Papier[1]) stellt durch Verfilzung feiner Fasern hergestellte Blätter dar. Nach neuerer Definition von Wurster ist es ein verworrenes Gemenge von Fasern. Ein haltbares Papierblatt entsteht nur dann, wenn die Fasern in feuchtem Zustande unelastisch sind und getrocknet ihre Elastizität wieder erlangen.

Geschichte. Die Kunst, papierähnliche Blätter (Papyros) zu bereiten, jedoch in anderer Weise als durch Verfilzung von Fasern, blühte in Aegypten bereits im frühesten Alterthum (wahrscheinlich schon 2800 v. Chr.). Das eigentliche Papier ist etwa im Jahr 100 v. Chr. in China hergestellt worden, und zwar verwendete man im Wesentlichen Bambus als Rohmaterial. Die Fabrikation des chinesischen Papiers findet folgendermassen statt: Die erstjährigen Sprossen des Bambus[2]) werden schichtenweise in Gruben mit ungebranntem Kalk gelagert und mit Brettern und Steinen beschwert. Hierauf lässt man so viel Wasser einlaufen, bis die Masse völlig mit der gebildeten Kalkmilch bedeckt ist. Nach 14 Tagen hat der Kalk die Fasern zum Theil freigelegt, und beim Schlagen der herausgenommenen Stengel findet eine Trennung der Fasern der Länge nach statt; es bilden sich Faserbündel, die man an der Sonne trocknet und bleicht und dann in der Grube nochmals mit Kalk behandelt. Dann spült man sie mit Wasser aus und überlässt die Masse in einem Haufen der Gährung, wodurch der Zusammenhang der Zellen derart gelockert wird, dass beim Kochen mit Wasser die Fasern isolirt werden. Der erhaltene Stoff wird mit Aschenlauge gekocht, gut gewaschen und verfeinert, indem man ihn in Mörsern stampft; dann rührt man ihn mit Wasser zu einer milchigen Masse an. Das Schöpfen des Papiers erfolgt in siebartigen Formen aus Bambusstäbchen, die mit Seidenfäden übersponnen sind, ähnlich wie bei der Herstellung des Büttenpapiers (s. w. u.). Getrocknet wird das Papier in eigenartiger Weise: Man drückt den Bogen schnell auf eine Gypswand, die durch einen Ofen geheizt wird, und entzieht ihm durch diese poröse, warme Schicht das Wasser. Die Glättung erfolgt durch Pressen in einer Hebelpresse. Geleimt wird das chinesische Papier selten.

Von China verbreitete sich die Papierdarstellung nach Japan, wo man

---

[1]) Das Wort ist dem Namen einer ägyptischen Wasserpflanze, Papyrus antiquorum (aus der Familie der Cyperaceen) entlehnt, welche erst zu Flechtwerken, dann zur Bereitung der Papyrus-Schreibblätter benutzt wurde. Der Stengel der Pflanze, der eine Höhe von 3 bis 4 m und einen Querschnitt in Dreiecksgestalt mit einer Seitenlänge von 10 bis 12 cm hat, wurde nach Entfernung der unteren und oberen Theile in dünne Streifen zerschnitten, die auf einem dünnen Brett, mit den Längskanten aneinander, zu einem Blatt zusammengefügt wurden. Auf das erhaltene Blatt legte man quer eine zweite Schicht, glättete mit einer Muschel oder dergl., presste oder hämmerte die Masse zusammen und trocknete an der Sonne. Durch Aneinanderleimen mehrerer solcher Blätter erhielt man die Papyrusblätter, die nach dem Beschreiben aufgerollt wurden.

[2]) Viel wird auch die innere Rinde des Papiermaulbeerbaums (Broussonetia papyrifera) aus der Familie der Moraceen benutzt.

nicht Bambus, sondern den Papiermaulbeerbaum (Kadsi) verarbeitete, von dessen langen Zweigen man zunächst die Rinde abschält, nachdem man sie mit Aschenlauge gekocht hat. Die Rinde wird hierauf weiter gekocht, mit Keulen geschlagen, und die erhaltene fein zertheilte Masse mit Reiswasser zu einer milchigen Flüssigkeit angerührt, aus der man das Papier schöpft, dann mehrfach presst und an der Sonne trocknet.

Um die Mitte des 7. Jahrh. war den Tataren die Papierdarstellung sicherlich schon (vermuthlich durch ihre Einfälle in China) bekannt. Um dieselbe Zeit lernten sie die Araber kennen, die sie insbesondere nach Spanien und Südeuropa verpflanzten. In Folge ihres ausgedehnten Handels waren die Griechen mit Sicherheit schon im 9. Jahrh. mit der Fabrikation vertraut.

Die Papyrus Rainer aus dem 8. und 9. Jahrh. sind geschöpfte Papiere, die wesentlich aus Leinenfasern bestehen und offenbar aus Hadern hergestellt sind; geleimt sind sie bereits mit Stärke (Wiesner, Die mikrosk. Unters. des Papiers. Wien 1887).

Mit der Einführung der Papierdarstellung nach Europa gehen zwei Fortschritte Hand in Hand. Die Verwendung leinener Lumpen[1]) und die Zerkleinerung desselben durch Stampfgeschirre. Der Betrieb vollzog sich völlig handwerksmässig und blühte, zumal nach Erfindung der Buchdruckerkunst, im Zeitalter der Reformation, der Erfindungen und Entdeckungen, auf.

Eine erhebliche Förderung fand die Fabrikation in Holland, wo man an Stelle der bisher üblichen Stampfwerke die Lumpenzerkleinerung in Mühlen, nach Art der Handmühlen, vornahm, die, verbessert, als Holländer oder holländisches Geschirr sich einführten (1670). Andere Verbesserungen schlossen sich an: 1720 verwendete man zum ersten Zertheilen der Lumpen den Hadernschneider; um dieselbe Zeit ersetzte man den Glättstein durch die Presse. Hohe Bedeutung gewann der Bleichprozess durch Chlor, der etwa 100 Jahre später die Verwendung bunter Lumpen zu weissem Papier ermöglichte.

Während man anfangs das Schöpfen, Trocknen etc. des Papiers nur mit Handarbeit vorgenommen hatte, drängte der immer grösser werdende Verbrauch auf die Einführung des Maschinenbetriebes. L. Robert erhielt 1799 ein Patent auf die erste Papiermaschine, welche in Frankreich um 1827 eingeführt wurde. Die eigentliche Verdrängung des alten Verfahrens fand jedoch dort und in Deutschland nicht vor 1837 bis 1840 statt (Knapp).

Einen Abschluss fanden die für die heutige Fabrikation grundlegenden Erfindungen durch den Ersatz der thierischen Leimung des Maschinenpapiers durch Harzseife, die 1806 von Jllig (vgl. Prometheus 1892. 722) zuerst verwendet wurde.

Als um die Mitte dieses Jahrhunderts der Papierkonsum, zumal in minderwerthigen Sorten, in ungeahnter Weise stieg, konnten die verfügbaren Lumpen die Nachfrage nicht decken, und ein Bedarf nach Surrogaten trat ein. Als solche werden Strohfasern mit gutem Erfolg benutzt. Noch grössere Bedeutung gewann die Verwendung des Holzes und zwar als Holzschliff (nach mechanischer Trennung der Holzfasern) oder als Cellulose, die durch Einwirkung chemischer Mittel auf das Holz gewonnen wird.

G. Keller begründete 1845 die erste Holzschliffanlage, und besonders H. Völter war für die Weiterentwickelung der neuen Industrie thätig.

Die Cellulose wurde zuerst 1864 im Grossen dargestellt und fand etwa vom Jahr 1872 an in Deutschland weitgehende Verbreitung.

Von anderen Surrogaten der Hadern ist noch eine in Algier und Spanien wachsende Grasart, Spartogras, Esparto, Alfa, zu nennen, die zuerst 1862, zumal in England, in die Fabrikation eingeführt wurde.

Fabrikation.

Allgemeines. Durch die Verfilzung von Fasern entsteht das Papier; es ist daher ersichtlich, dass unter sonst gleichen Verhältnissen ein Papier um so haltbarer sein wird, je inniger die Verfilzung

[1]) Baumwolle wurde nicht verwendet (vergl. Wiesner und Briquet, Recherches sur les premiers papiers). Baumwolle scheint erst nach dem 13. Jahrhundert in Europa benutzt worden zu sein.

stattfindet, d. h. je länger die Fasern sind, je feiner am Ende, je dünner, fester und unelastischer sie sind. Deshalb werden thierische Fasern, die eine Theilung in der Längsrichtung fast gar nicht zulassen, nur nur zu minderwerthigen Papieren verwendet. Erforderlich ist ferner, dass die Faser dem Einfluss der im Laufe des Fabrikationsprozesses auf sie einwirkenden Chemikalien zu widerstehen vermag.

Die Fabrikation zerfällt in folgende Einzeloperationen:

I. Gewinnung der Fasern:
  A. Aus Hadern:
    1. Sortiren, Schneiden der Hadern;
    2. Reinigen (Waschen);
    3. Zerkleinern zu Halb- und Ganzstoff;
    4. Bleichen.
  B. Aus Surrogaten (Holz, Stroh etc.):
    1. Holzschliff;
    2. Cellulose;
    3. Andere Surrogate.

II. Zubereitung des Papierstoffes:
  1. Mischen, Füllen;
  2. Leimen;
  3. Färben.

III. Papierbereitung:
  1. Handarbeit;
  2. Maschinenarbeit.

I. Gewinnung der Fasern.

A. Hadernverarbeitung.

Die Faser findet sich in den Hadern in den verschiedenartigsten Zuständen je nach der Behandlung vor dem Verspinnen, nach der Art des Verspinnens, des Webens etc., insbesondere nach der Art der Abnutzung der Lumpen. Im Allgemeinen sind stark gebrauchte, feine Leinenzeuge die besten Rohstoffe, da hierin die Fasern am meisten Annäherung an den Zustand im Papier zeigen.

Da es für einen rationellen Betrieb erforderlich ist, möglichst gleichartige Materialien zu verarbeiten, so findet eine eingehende Sortirung nach verschiedenen Klassen statt, beispielsweise in folgender Art:

A. Flachs- und Hanfgewebe.

Nr. 1 die wirklich rein weissen, schmutzfreien (fein Post).

Nr. 2 dieselben, unrein und die geringeren weissen (Post).

Nr. 3 die feinen halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecken von Nr. 1 und 2 (fein Kanzlei).

Nr. 4 die groben halbgebleichten und die Nähte und Schneiderflecken von Nr. 3 (Kanzlei).

Nr. 5 die ungebleichten und schäbefreien Gewebe, Fischernetze; die Nähte und Schneiderflecken von Nr. 4 (fein Konzept).

Nr. 6 die ungebleichten gröberen Gewebe (Konzept).

Nr. 7 die gröbsten Gewebe; die von Baumwoll-, Seide- und Wollstoffen untrennbaren Stücke, Spinnereiabfall (Werg und Hede), gehackte Stricke, Taue (Pack).

Nr. 8 die farbig gestreiften und hellblauen feinen.

Nr. 9 die farbig gestreiften und hellblauen groben.

Nr. 10 die dunkelblauen.

B. Baumwollgewebe.

Nr. 11 die reinen, weissgebleichten aller Art.
Nr. 12 die schmutzigen, weissgebleichten aller Art.
Nr. 13 die buntbedruckten, weissbodigen und hellblauen Kattune.
Nr. 14 die buntbedruckten, dunkelbodigen Kattune, Manchester und ordinäre Watte.
Nr. 15 a) die dunkelblauen, b) die dunkelrothen, c) die dunkelgelben und anders gefärbten.
Nr. 16 die Baumwollspinnereiabfälle und die mit Kautschuk durchzogenen Gewebe.

C. Halbwollene und halbleinene Gewebe.

Nr. 17 Die einfarbigen und gestreiften Gewebe aller Art.

1. Das Sortiren der Hadern erfolgt in grossen hellen Sälen (Lumpenböden) und geht Hand in Hand mit der Ausscheidung der vorhandenen Nebenbestandtheile, wie Leder, Fischbein, Knöpfe etc. Zu dem Ende ist auf dem Arbeitstisch ein Messer angebracht, auf welchem die Lumpen aufgetrennt werden, worauf die einzelnen Bestandtheile in verschiedene Kästen sortirt werden.

Bei dieser Arbeit wird die Luft in den Arbeitssälen in äusserst gesundheitsschädlicher Weise verunreinigt, da aus den Hadern ständig Staub aufwirbelt. Man reinigt daher zweckmässig die Lumpen zunächst durch kräftiges Klopfen u. den Haderndreschern, die anfänglich aus einer Trommel bestanden, in welcher sich eine hölzerne, an der Oberfläche mit zwei Reihen stumpfer, eiserner Zähne versehene Welle drehte, während im Deckel der Trommel eine dritte Reihe Zähne angebracht war. Bei Stillstand der Trommel wurde eine entsprechende Menge Lumpen in die geöffnete Seitenthür eingeworfen. Nach Schliessen derselben liess man die Trommel umlaufen und öffnete nach einer gewissen Zeit die entgegengesetzte Seitenthür, aus welcher die gereinigten Hadern hinausgeschleudert wurden, worauf dann Stillstellen der Trommel mit neuem Einfüllen folgte. Diese Maschine reinigte ganz gut, allein es war einmal nicht möglich, wenn ein entsprechendes Quantum fertig werden sollte, die Hadern rasch einzubringen, ohne Wolken von Staub aufzuwühlen; andererseits drang der durch die Zähne losgeklopfte Staub aus allen Fugen des Gehäuses, da meist kein Exhaustor vorhanden war, so dass die schon gedroschenen Hadern stets wieder mit einem Bruchtheile Staubes verunreinigt wurden, was auch die Arbeiter in hohem Grade belästigte; ausserdem ist auch die Feuergefährlichkeit der fast ganz aus Holz bestehenden Maschine zu erwähnen.

Wesentliche Verbesserungen hat J. Voith (Heidenheim) an der Maschine getroffen, indem er die lange Trommel in einige hinter einander liegende schmälere Trommeln zerlegte, wodurch ein ununterbrochener Betrieb des Dreschers und die Anbringung eines Zuführtuches möglich wird; ferner wird in allen Fällen ein kräftiger Exhaustor verwendet. Das Zuführtuch ermöglicht ein bequemes Beschicken der Maschine, ohne viel Staub aufzuwirbeln, zwei Einzugswalzen ersetzen die Einwurfthür, da die obere sich stets dicht schliessend auf die einlaufenden Hadern legt. Der Exhaustor sorgt durch kräftiges Entfernen der im Drescher enthaltenen Luft für Abführung der in derselben schwebenden leichten Staubtheile und wird so gross bemessen, dass im Drescher stets ein Minderdruck herrscht, derart, dass zu den

Achslöchern und Verkleidungsfugen die Luft von aussen her eintritt und in Folge dessen kein Staub aus dem Drescher heraus in den Arbeitsraum dringt. Die mit Staub erfüllte Luft, welche den Exhaustor verlässt, wird in eine Staubkammer geführt, wo sich die meisten Unreinlichkeiten absetzen, während der grobe Schmutz im Drescher durch die gelochten Bleche nach unten fällt.

Der Abgang durch das Dreschen beläuft sich auf 3 bis 8 %; der Abfall wird von Pappfabriken benutzt, der Staub dient zum Düngen.

Das Schneiden der gereinigten und sortirten Hadern findet statt, um ein gleichmässiges, daher gleichartig zu verarbeitendes Material zu erhalten. Im Allgemeinen wählt man eine Stückgrösse von 30 — 30 bis 50 — 50 mm.

Vielfach bestanden früher die Hadernschneider aus breiten Trommeln, die an der Oberfläche mit 2 bis 3 Messern besetzt waren, welche mit dem am Ende des Lumpenzuführkanales sitzenden Stockmesser eine Art Scheere bildeten, die die Lumpen quer abschnitt; die Scheibe drehte sich in der Minute ca. 150mal. Der Schnitt, oder vielmehr das Zerrupfen der Hadern löst an der Schnittstelle eine Menge Fasern und Staub los, so dass die Arbeit an einem solchen Hadernschneider, hauptsächlich bei ungedroschenen Lumpen, eine höchst ungesunde ist. Ein einmaliger Durchgang der Hadern durch die Maschine genügt nicht, um dieselben in die gewünschte Form zu zerkleinern, denn durchschnittlich werden die Lumpen in zum Theil sehr lange Streifen geschnitten erscheinen. Das zweite Durchschicken der Lumpen soll möglichst in der Richtung des Zufuhrkanales geschehen und ist für den Arbeiter daher sehr gefährlich.

Von Donkin ist zuerst ein Schneider konstruirt worden, der die Hadern bei einem Durchgang ohne Staubentwickelung oder Faserverlust schneidet und dessen Bedienung ganz gefahrlos ist. Grundgedanke dieser Konstruktion ist die Anwendung eines durch Kurbeln und Lenkstangen auf- und niederbewegten Messerkörpers, welcher ein Längsmesser und drei rechtwinkelig zu dessen Fläche aufgesetzte Quermesser trägt. Diese Messer setzen bei ihrer tiefsten Stellung mit den Schneiden auf einen Zinkklotz auf, über welchen die Zuführvorrichtung aus dem Zuführkanale heraus die Lumpen schiebt; das grosse querstehende Messer trennt von dem Lumpenkörper ein Stück ab, während zu gleicher Zeit die drei kleinen Messer diesen Streifen in vier Würfel zertheilen. Nach Heben des Messerkörpers schiebt die Maschine die Lumpen wieder entsprechend weiter. Das Schneiden derselben erfolgt durch den ständig wachsenden Druck der Messer.

Mit vielen technisch erforderlichen Verbesserungen versehen, wird der Donkin'sche Schneider von Voith gebaut; in 12 Stunden werden ca. 4500 kg Hadern zerschnitten.

2. Reinigen. Die Weiterbehandlung der zerschnittenen Hadern zerfällt in eine trockene, mechanische und in eine nasse, chemische Reinigung.

a) Die erstere nimmt man in den Hadernstäubern vor, von denen Fig. 70 eine bewährte Konstruktion von J. M. Voith (Heidenheim) vorführt. Sie besteht aus vier oder mehr hinter einander liegenden, mit Stäben versehenen Wellen, welche sich ganz ähnlich wie im Drescher in gelochten Blechböden bewegen, deren Spitzen jedoch nicht über

einander greifen. Die Spitzen stehen in einer Spirallinie, damit die Schläge sich gleichmässiger vertheilen. Je nach Erforderniss werden beliebig viele solcher Schlagwellen hinter einander gelegt, um die gewünschte Wirkung zu erzielen. Auch hier ist ein kräftiger Exhaustor von der grössten Wichtigkeit. Da die Hadern durch das Dreschen vom groben Schmutz zum weitaus grössten Theile befreit sind, ist unter dem Stauber ein besonderer grosser Abfallraum nicht mehr nöthig, es genügt hier der Raum, den die Blechverkleidungen der Gestelle bilden. Der Exhaustor bläst jedoch auch hier in eine Staubkammer analog den oben beschriebenen. Auf dem Zuführungstisch *A* werden die zu reinigenden Hadern ausgebreitet, den Dreschern zu-

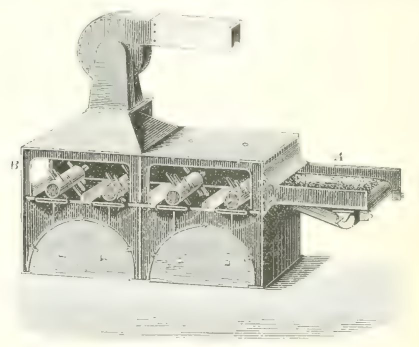


Fig. 7[illegible]. Hadernstauber von Voith.

geführt und bei *B* entfernt. In 12 Stunden lassen sich ca. 10000 kg Hadern verarbeiten.

b) Die chemische Reinigung bezweckt die Entfernung der Verunreinigungen der Fasern, wie Leim, Stärke, Fett, Harz, Theer etc., die im Allgemeinen am zweckmässigsten durch Kochen der Hadern mit alkalischen Flüssigkeiten erfolgt. Sowohl die anzuwendenden Chemikalien als auch deren Mengen werden sich nach der Art der zu reinigenden Hadern richten: während man bei den feinen weissen Lumpen schon mit Sodalösung auskommen wird, reinigt man die groben, schmutzigen Hadern am schnellsten mit Aetznatron.

In weitaus den meisten Fällen verwendet man Kalk, von dem beispielsweise 2 bis 4 kg auf 100 kg mittelstarken, schwach gefärbten (vorher mechanisch gut gereinigten) Zwillich angewendet werden. Ist der Zwillich grob und stark gefärbt, so muss mit einem gleichen Quantum 2 bis 4mal gekocht werden.

Man nimmt das Kochen am besten unter einem Ueberdruck von etwa 3 Atm. vor und sorgt für eine dauernde Bewegung der Hadern,

damit sie stets mit neuen Theilen der Waschflüssigkeit in Berührung kommen. Am zweckmässigsten haben sich die rotirenden Kugelkocher erwiesen, von denen Fig. 71 einen von Escher Wyss & Co. (Zürich) zeigt. Zum Ein- und Ausfüllen der Hadern, von denen der Apparat ca. 2000 kg aufnimmt, dienen die gegenüberliegenden Oeffnungen *A* und *B*; durch den Zapfen *C* strömt der Dampf ein, welcher stets eine Richtung nach unten nimmt und nachdem er ein Sieb passirt hat, zu den Hadern gelangt; ein Lufthahn *D* lässt am Anfang des Prozesses die Luft aus und am Ende ein; bei *E* mündet ein Rohr, welches Dampf und Lauge ablässt. Zum Drehen des Kochers, das in der Minute 1 bis 2mal erfolgt, dienen die Räder *F* und die Riemenscheibe *G*.

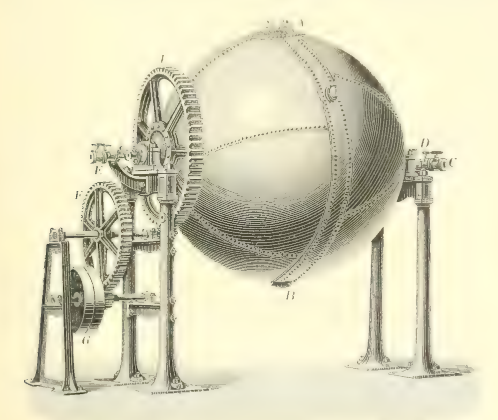


Fig. 71. Kugelkocher von Escher Wyss & Co.

Dem Kochen muss zur Entfernung der beim Verseifen gebildeten unlöslichen Verbindungen (vergl. Seife) und der vorhandenen, freigelegten mechanischen Verunreinigungen noch ein Waschen folgen. Dasselbe findet in Waschmaschinen statt, in welchen die Hadern unter möglichster Vermeidung eines Faserverlustes in einem Kanal ohne Ende in Wasser langsam fortbewegt werden, dessen Strömung der Hadernbewegung entgegengesetzt ist; an einer Stelle des Apparates befindet sich der Taucherapparat häufig in Gestalt drehender Schaufeln, der die Lumpen langsam untertaucht, worauf sie hochschwimmen, sich fortbewegen und ihren Lauf von Neuem beginnen. Durch ein Sieb wird die durch das Spülen fortgerissene Fasermasse aufgehalten.

Ueber andere Konstruktionen s. Hoyer, Handbuch der Papierfabrikation (Braunschweig 1887).

Die Verluste, die bei den beschriebenen Prozessen des Dreschens, Kochens, Waschens eintreten, sind nach einer von Dahlheim (Taschenb. f. Papierfabrikanten) aufgestellten Tabelle äusserst verschieden, je nach der Art der verwendeten Hadern. Sie betragen am wenigsten (12 %) bei kräftigem, reinem weissen Leinen; am meisten (60 %) bei schlechtem Schrenz, 48 % bei getheerten Tauen, Netzen etc.

3. Zerkleinern der Hadern. a) Halbstoffgewinnung. Um die Gewebe einer noch vollkommeneren Reinigung zu unterziehen und sie in den zur Papierfabrikation selbst geeigneten Zustand zu versetzen, muss eine Zertheilung derselben bis zur völligen Zerfaserung erfolgen, der Stoff hergestellt werden.

Wie oben angegeben, erfolgt die Verfilzung der Fasern am besten, wenn dieselben feine, nicht stumpfe Enden haben; das Zerfasern muss daher stets — unter Vermeidung schneidender Werkzeuge — durch auszupfende Behandlung erfolgen sowie durch Auseinanderdrängen und Auflösen der einzelnen Spinnfäden.

Zu diesem Ende kommen im Wesentlichen folgende Vorrichtungen in Betracht:

a) Reisswolf, wie er vorzugsweise zur Fabrikation der Lumpenwolle benutzt wird. Die Maschine arbeitet trocken und bewirkt einen grossen Faserverlust durch kurze Fasern. Ueber eine Konstruktion von Oppenheim & Philippi s. D. 253. 22.

b) Das Stampfgeschirr behandelt das Gewebe durch Hämmern auf kräftigem Untergrund; es wird hierbei erst glatt, platzt dann nach allen Richtungen und scheidet die einzelnen Fäden ab, welche gleichzeitig in die einzelnen Fasern zerfallen.

In dieser Weise wirkten die früher allgemein verwandten Stampfwerke, Hammergeschirre, Deutsche Geschirre, die zwar befriedigende qualitative Leistungen erzielten, aber mangelhafte quantitative, da jede Stossarbeit die mechanischen Kräfte nur unvollkommen ausnutzt und da ferner die mit Wasser zu einer flüssigen Masse vereinten Hadern nur zum kleinen Theil von dem Stoss getroffen werden.

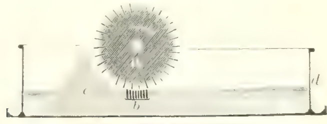


Fig. 72. Schema eines Holländers.

c) Die Kollermühlen[1]) finden vorzugsweise zum Zerkleinern der Hadernsurrogate, wie Holz, Stroh etc., Verwendung.

d) Die fast ausschliesslich zum Zerkleinern der Hadern benutzten Apparate sind die Holländer, deren Wirksamkeit auf einer Art Schaben des Gewebes beruht, indem man durch Streichen mit einem harten Körper über das feuchte Gewebe zunächst eine charpieartige

1) S. den Abschnitt Fette und Oele.

Masse herstellt, deren einzelne Fäden durch Fortsetzen der Operation erst aufgedreht und dann in die einzelnen Fasern zerlegt werden.

So mannigfach auch die Konstruktionen der **Holländer** sind, so unterscheidet man doch im Allgemeinen an ihnen (Fig. 72) die mit stumpfen Messern (Schienen) besetzte **Walze** *a*, welche die Hadern gegen das **Grundwerk** *b* treibt, und den **Trog** *d*, welcher durch den **Kropf** *c* in einen Kanal ohne Ende getheilt wird (Fig. 73, Hol-

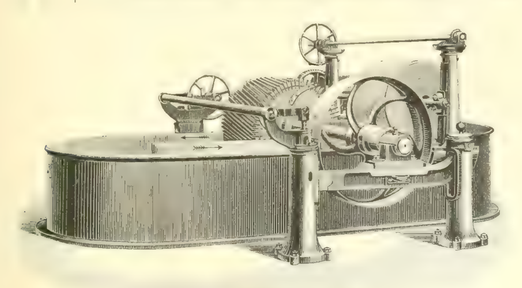


Fig. 73. Holländer von Voith.

länder mit schrägen Messern von **Voith**, Heidenheim); in diesem werden die Hadern durch die wasserradartig wirkende Walze ständig in einer Richtung bewegt (vergl. die Richtung der Pfeile in Fig. 73).

Was zunächst die **Walze** betrifft, so zeigt Fig. 74 in einem Querschnitt derselben die Lage der Messer, die gewöhnlich aus Stahl oder Bronze gefertigt werden und eine scharfe Kante so gegen die Hader bewegen, dass ein Schaben, kein Zerschneiden erfolgt.

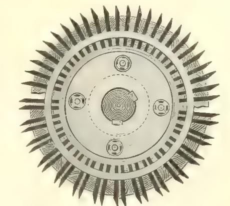


Fig. 74. Walze des Holländers.

Wie J. M. Voith ausführt, ist es bei den üblichen geraden, mit der Achse parallelen Messern nicht möglich, dass sich die zwischen den Messern liegenden Zellen ganz mit Stoff füllen, weil nicht alle Luft bei dem plötzlichen Eintauchen der Messer in ganzer Breite in den in der Regel ziemlich viel unter Walzenmittel liegenden Wasser- resp. Stoffspiegel entweichen; ferner kann der Stoff nicht rasch genug wieder aus den Zellen zwischen den Messern entweichen nach Passiren des Kropfes, und eine Menge Stoff wird wieder mit auf die Einzugseite der Walze zurückgenommen. Diesen Uebelständen wird zum grossen Theil durch **Voith**'s Walze mit schrägen Messern und Ventilationsspiralen (Fig. 73)

abgeholfen. Beim Eintauchen der Messer in den Stoff kann die Luft nach dem höher liegenden Ende des Messers entweichen und die Zellen können sich daher vollständig mit Stoff füllen. Abgesehen davon, dass die Ventilationsspiralen verhindern, dass sich zwischen Walze und Haube Stoff festsetzt, fördern dieselben von den Oeffnungen an der Haube aus eine genügende Menge Luft gegen die Zellen zwischen den Messern hin, so dass diese beim Verlassen des Kropfes den Stoff rasch loslassen. Auch eine gleichmässigere Arbeit erreicht man mit den neuen Walzen.

Das Grundwerk besteht aus ähnlichen messerartigen Schienen, wie sie sich auf der Walze befinden, und erfüllt folgenden Zweck: Zwischen den Messern sind bei der Rotation der Walze Hadern zusammengequetscht, welche unzerkleinert mitgenommen werden würden, wenn nicht das Grundwerk sie allmählich zerfaserte. Da es erforderlich ist, in dem Maasse, wie die Hadern zerkleinert werden, Walze und Grundwerk einander zu nähern, sind beide oder eines von beiden mit Stellvorrichtungen versehen. Der Kropf bewirkt, wie oben angegeben, die Gestaltung des Troges zu einem Kanal ohne Ende, in welchem sich die Hadern ständig bewegen. Während in der oben angeführten Konstruktion der Kropf vertikal steht, so dass er den Trog in zwei neben einander befindliche Abtheilungen trennt, ist er bei Hoyt's und Umpherston's Holländer horizontal angebracht, so dass die Zirkulation unter dem Kropf und in einer vertikalen Ebene erfolgt, wie die Figuren 75, 76 und 77 (nach J. M. Voith) zeigen. Als Vortheile der Hoyt'schen Holländer werden folgende aufgeführt: Die Zirkulationsgeschwindigkeit hat um mindestens 100 % zugenommen gegenüber derjenigen in den bestziehenden Holländern alter Konstruktion, daher findet rascheres Fertigmahlen statt. Der Stoff kann viel dicker eingetragen werden und es wird mehr und bessere Arbeit erzielt, weil die Faser mehr gequetscht wird. In Folge der tiefen Lage des Grundwerks, wodurch sich der Holländer vortheilhaft vor dem von Umpherston auszeichnet, der raschen Zirkulation und der Wirkung der schrägen Messer kann der Stoff keinen Bodensatz bilden; derselbe wird sehr energisch gemischt, was wieder rascheres und besseres Mahlen zur Folge hat. Der härtere und längere Stoff, welcher mehr Zeit zum Mahlen braucht, kann zuerst eingetragen und vorgemahlen werden, alsdann wird der feinere und weichere Stoff zugesetzt, wodurch man ein besseres Gesammtresultat erzielt.

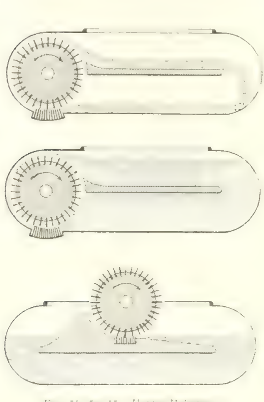


Fig. 75, 76, 77. Hoyt's Holländer.

Der Trog selber wurde früher aus Holz oder Stein angefertigt. ist aber jetzt fast ausnahmslos aus Gusseisen gefertigt.

Von den sonstigen Bestandtheilen des Holländers ist noch der Sandfänger zu nennen, der an der Stelle angebracht wird, wo der Kropf ansteigt, weil sich hier der Stoff mit der geringsten Geschwindigkeit bewegt; er besteht aus Sieben, durch welche der Sand fällt.

Um das Herumspritzen des Stoffes zu verhüten, ist die Walze mit einer dachförmigen Haube bedeckt, in welcher sich nahe den Messern noch ein Sieb (Waschscheibe) zur Abscheidung von Sand etc. befindet.

Die Holländer werden in den verschiedensten Grössen gebaut, im Allgemeinen für Halbstoff grösser als für Ganzstoff; die Konstruktion der letzteren unterscheidet sich nur unwesentlich von ersteren (s. w. u.).

Der Betrieb ist um so rentabler, je mehr Hadern auf einmal verarbeitet werden; so beträgt die Betriebskraft (für einen Ganzstoffholländer) bei

Stoffinhalt kg	Pferdekraft	für 100 kg Pferdekraft
115	16,25	14,1
180	21,30	12,0
225	24,35	10,8
360	30,45	8,7
455	34,50	7,8

b) Die Ganzstoffgewinnung ist im Wesentlichen nur als Fortsetzung des Holländerbetriebes bei Näherung von Walze und Grundwerk zu betrachten. Ein Waschen wird in besonderen Trommeln, nicht im Holländer selbst, vorgenommen.

4. Bleichen (vergl. auch bei Sulfitcellulose). Während früher eine Bleichung des Papierstoffes gar nicht oder nur im Sonnenlicht erfolgte, ist man jetzt fast allgemein zum Entfärben der Faser durch Chlor übergegangen, da man hierdurch im Stande ist, auch minderwerthige, stark gefärbte Hadern zu verwerthen.

Um eine weitergehende Einwirkung des Chlors auf den Papierstoff zu vermeiden, zerfällt der Prozess in zwei Stadien: das Bleichen selbst und das Entchloren. Das Chlor kann man in der verschiedensten Weise zur Einwirkung auf die Hadern bringen. Verhältnissmässig selten wird man das Gas selbst aus Salzsäure (resp. Kochsalz und Schwefelsäure) und Braunstein entwickeln. Es hat sich nämlich herausgestellt, dass man bei der Gasbleiche einen erheblichen Faserverlust erleidet, der wesentlich auf der Bildung von Hydrocellulose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) beruht (Girard, Mém. sur l'hydrocellulose et ses dérivés. Paris; C. r. **1875**; vergl. D. **159**. 218), welche äusserlich der Cellulose gleicht, aber spröde und zerreiblich ist, weshalb sie bei den späteren Operationen verloren geht. Sie entsteht durch längere Einwirkung von verdünnter Salzsäure neben anderen Umwandlungsprodukten der Cellulose, wie Glukose etc. Es erhellt daraus, dass die Bleichung mit Chlor jedenfalls nur möglichst kurze Zeit vorzunehmen ist. Zur Ausführung des Prozesses bringt man den Halbstoff, nachdem man ihn durch Centrifugiren von einem Theil des Wassers befreit hat, in Bleichkästen und leitet das Gas ein. 100 kg mittelweisse, gut verkochte Hadern beanspruchen ca. 5 kg Braunstein und 15 kg Salzsäure.

Die Verwendung von Chlor in wässeriger Lösung hat in Folge der geringen Löslichkeit des Gases wenig Bedeutung. Meistens benutzt man zur Entwickelung des Gases Chlorkalk. Man stellt zunächst aus dem Chlorkalk eine Lösung in Wasser dar, wobei man denselben durch eine Art Mühle hinlänglich zerkleinert. Die Lösung mit ca. 40 g Chlorkalk in 1 l wird mit der zu bleichenden geklärten Masse gut gemischt, worauf man vorsichtig die Chlor entwickelnde Säure zusetzt. Man zieht häufig die Schwefelsäure der Salzsäure vor, da letztere die Faser ungünstig beeinflusst und auch schwer zu entfernen ist; allerdings muss dann das Calciumsulfat, das sich bei der Zersetzung des Chlorkalks bildet, gut ausgewaschen werden.

Zum Bleichen grober, bunter Hadern sind ca. 11 kg Chlorkalk zu verwenden, die mit ca. 0,3 kg Englischer Schwefelsäure zersetzt werden. Ein Ueberschuss von Säure ist sorgsam zu vermeiden, da sonst nicht

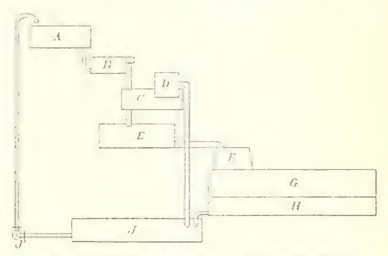


Fig. 78. Apparat für das Bleichverfahren nach L'Hermite.

nur die Gasentwickelung zu schnell erfolgt, sondern auch ein langwieriges Waschen erforderlich ist.

Neuerdings sind auch organische Säuren, ferner Kohlensäure zum Zerlegen des Chlorkalks vorgeschlagen worden.

Eine grosse Zukunft steht dem elektrischen Bleichverfahren noch bevor, von denen wir dasjenige von L'Hermite (Schubert, Cellulosebereitung) beschreiben, während auf das von K. Kellner (D.R.P. Nr. 59218) verwiesen wird. L'Hermite elektrolysirt eine 5%ige Chlormagnesiumlösung, wobei Chlor und unterchlorige Säure am positiven, Magnesia am negativen Pol entstehen. Durch Einwirkung der beim Bleichen der pflanzlichen Stoffe gebildeten Salzsäure auf die Magnesia wird das ursprünglich zur Elektrolyse angewandte Material zurückgebildet und der Kreislauf beginnt von Neuem.

Den von Paterson & Cooper (London) gebauten Apparat zeigt die schematische Fig. 78. Die etwas magnesiahaltige Magnesiumchloridlauge tritt aus dem Gefäss *A* in einen Elektrolysor *B*. Derselbe besteht aus einem gusseisernen Behälter, in dessen unteren Theil eine durchlöcherte, mit Zinkhahn versehene Röhre eingelassen ist; durch dieses Rohr dringt die Chlormagnesiumlösung in den Apparat; der obere Rand desselben ist ausgeflacht, nimmt die überfliessende Lösung

auf und führt sie einer anderen senkrechten Röhre zu. Dieses zweite Rohr dient unter Vermittelung der Pumpe J' (vergl. u.) zur Herbeiführung des Kreislaufes der Lösung. Seiner Länge nach liegen im Elektrolysor zwei Wellen, auf denen Zinkscheiben angebracht sind, die als negative Elektroden dienen und in langsame Drehung versetzt werden. Mit je einer negativen Elektrode ist eine positive eingestellt, deren aktive Oberfläche aus Platingewebe besteht, und die durch eine Kupferleitung mit der Dynamomaschine in Verbindung steht. Durch Oeffnen eines Hahnes wird B entleert. Zum Betrieb wird gewöhnlich ein Strom von 1000 bis 1200 Ampères gebraucht.

Von B aus fällt die Lösung in den oder die Bleichholländer C, wo die Entfärbung der Stoffe stattfindet, und durch die Waschtrommel D in den Behälter J, von wo sie die Centrifugalpumpe J_1 wieder nach A hebt. Der gebleichte Stoff wird mit der im Bleichholländer noch enthaltenen Lösung in den Behälter E abgelassen, wo die Nachbleiche stattfindet; ist diese beendet, so geht der Stoff von F über die Nasspresse G, wo er entwässert wird. Die beim Entwässern aus G ablaufende Lösung wird im Schiffe H aufgefangen, in den Hauptbehälter I geleitet und von da mittelst der Pumpe J in den Bottich F zurückbefördert. Während des Betriebes muss zeitweise Kalk zugesetzt werden, um die Lösung neutral zu halten. Die garantirte, bleichende Wirksamkeit des Apparates in 24stündiger Arbeitsleistung bei einem Kraftverbrauch von 8,5 Pferdestärken ist gleich der von 125 kg englischem Chlorkalk mit 33 % Chlor.

Das Bleichen erfolgt am besten in besonderen Apparaten, den Bleichholländern, die im Wesentlichen aus einem Cementtrog mit hölzernem Rührwerk bestehen. Sie fassen etwa 750 kg Stoff.

b) Das Entchloren des Stoffes bezweckt die nach dem Bleichen noch zurückbleibende Menge Chlor, welche die folgenden Prozesse ungünstig beeinflussen würde, zu entfernen. Der Stoff wird zu dem Ende gehörig in einer Waschmaschine mit Wasser gewaschen, bis er Jodkaliumstärkepapier nicht mehr bläut und Lackmus nicht mehr röthet. Zur Sicherheit setzt man dann etwas Natriumthiosulfat (Antichlor; etwa 20 bis 50 g per Holländerfüllung) und Soda zu.

In neuester Zeit wurde auch Ozon zum Bleichen des Papierstoffes verwendet. So hat M. Villon (Ch. Z. Rep. **1891**. 88) einen Ozonisirungsapparat konstruirt, der in der Stunde 200 cbm Ozon erzeugen soll. Ein Kasten aus hartem Holz ist innen mit Glasplatten ausgekleidet. Die Verbindungen sind mit Hülfe eines Firnisses aus Gummilack und Paraffin wasserdicht gemacht. In diesen Kasten, welcher hermetisch verschlossen wird, wird eine Reihe viereckiger Zellen hineingestellt, welche von zwei Glasplatten gebildet werden, die dieselbe Höhe haben wie der Kasten und 3 bis 4 cm weniger breit sind. Sie werden mit Bleiabfällen oder kleinen Stücken von Retortenkohle ausgefüllt. Der zwischen den Zellen freigelassene Raum gestattet die Zirkulation des Sauerstoffes. Die Zellen stehen abwechselnd mit dem positiven und negativen Pole in Verbindung und zwar mittelst Geflechten aus Kupferdraht, welche in ihrer ganzen Länge in sie hineintauchen. Der Strom wird von einer Dynamomaschine geliefert und von einer kräftigen Induktionsrolle transformirt. Zwischen den Zellen entstehen so Funkenbüschel, die beständig den zwischen

den Zellen freigelassenen Raum durchschlagen und damit den zwischen ihnen zirkulirenden Sauerstoff ozonisiren. Passend aufgestellte Hindernisse aus Glas zwingen den Sauerstoff sich zu theilen und damit alle seine Theile der Wirkung des Stromes auszusetzen. Der durch eine Pumpe in einen Gasometer gepumpte Sauerstoff wird, ehe er in den Ozon-Erzeuger geht, durch ein Kühlrohr geführt und daselbst auf 5° abgekühlt. Die Behandlung des Papierstoffes geschieht in hölzernen Kammern von einer Einrichtung, wie die bei dem Bleichverfahren mittelst Chlorgas benutzten. Das Ozon tritt von unten ein und durchdringt die ganze Masse, welche sehr schnell entfärbt wird. Der Sauerstoff wird nach Trocknung durch Schwefelsäure wieder in den Gasometer zurückgeführt. Die Cellulose wird nicht angegriffen. Die Kosten sollen sich wesentlich geringer als wie bei der Chlorbleiche und dem L'Hermite'schen Prozess stellen.

B. Hadernsurrogate.

1. Holzschliff. Das Holz besteht der Hauptsache nach aus Zellstoff, Cellulose, und inkrustirender Substanz, Lignin (vergl. oben bei Holz). Nicht nur die Formen der einzelnen Zellen selbst sind ganz verschiedenartig, sondern auch die Menge und Art der Inkrustationen ist bei den verschiedenen Hölzern durchaus abweichend, so dass die Bäume ein durchaus ungleichartiges Verhalten betreffs Gewinnung einer für die Papierfabrikation geeigneten Faser zeigen. Geschmeidige, lange, gut vertilzende Fasern liefern unsere Nadelhölzer, wie die Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche; auch die Laubhölzer, wie Aspe, Pappel und Birke, werden vielfach verwendet.

Während sich das Celluloseverfahren (s. w. u.) mit der Gewinnung der chemisch reinen Cellulose beschäftigt, hat die Holzschliffgewinnung die mechanische Verarbeitung des Holzes auf ligninhaltige Fasern zur Aufgabe.

Es sind folgende Einzelarbeiten zu unterscheiden: Vorbereiten des Holzes; Schleifen; Sortiren und Verfeinern; Trocknen; Bleichen.

a) Vorbereitung des Holzes. Die Stämme werden zunächst von den Aesten und Zweigen, deren Ansätzen (Knorren) befreit, worauf dann mit besonderen Maschinen die Rinde abgeschält wird. Als zu diesem Zweck geeignete Rindschälmaschine sei diejenige von Angermair, Ravensburg (D. **243**. 391), angeführt.

b) Das Zerfasern des Holzes durch Abschleifen erfolgt auf einem Sandstein von etwa 1,3 m Durchmesser, der sich in der Minute 150- bis 170mal (Fichtenschliff) resp. 170- bis 210mal (Aspenschliff) dreht.

Um die zu zerfasernden Holzklötze mit einem gewissen Druck gegen die Schleiffläche zu pressen, werden um den Schleifstein einzelne Kammern (Zellen) angebracht, die, von einander unabhängig, mit den Klötzen gefüllt werden und eiserne Platten oder Kolben enthalten, die das Holz allmählich mit einem Druck vorschieben, der auf 1 qm Schleiffläche 1000 bis 2000 kg betragen muss. Zweckmässig wird der Vorschub der Klötze von der Geschwindigkeit des Schleifsteines abhängig

gemacht, da dieselbe die Qualität des Holzschliffes wesentlich beeinflusst; eine derartige Konstraktion hat zuerst Völker (vergl. Hoyer S. 161) 1848 eingeführt. Auf der **Schleifmaschinen** muss ein ständiger Wasserstrahl die Oberfläche des Schleifsteines bespülen, da dieselbe sonst leicht verschmieren würde.

Eine bewährte Konstruktion einer Holzschleifmaschine (System Völter) von J. M. Voith (Heidenheim) zeigt Fig. 79.

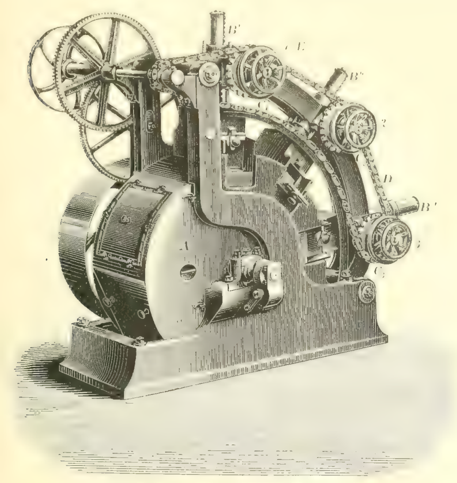


Fig. 79. Holzschleifmaschine von Voith.

Innerhalb des Kastens *A* dreht sich der Schleifstein, auf welchen in den drei Zellen (1 bis 3) das Holz mittelst eines (in der Figur nicht ersichtlichen) Kolbens gedrückt wird. Die Verlängerung desselben bilden drei Zahnstangen *B'*, *B''*, *B'''*, die mit einem Zahnrad (in der Figur nicht ersichtlich) in Eingriff stehen, welches unter Beihülfe eines zweiten Zahnrades und einer endlosen Kette (*D*, *E*) mit der Welle des Schleifsteines (durch Riemenscheiben und Zahnräder) in Verbindung ist. Durch Handräder *C'*, *C''*, *C'''* lässt sich die Bewegung der Kolben in den drei einzelnen Zellen ausschalten, so dass letztere neu gefüllt werden können.

Neuerdings bewirkt Voith die Zuführung oder den Vorschub des Holzes fast ausschliesslich durch einen **Regulator**, der gleichzeitig auf sämmtliche Schleifpressen, sowie auf eine grössere Anzahl Schleifer einwirkt, und zwar um so besser, je mehr Pressen er zu dirigiren hat. Der Regulator setzt eine gemeinschaftliche leichte Transmission in Bewegung, von welcher aus die Zuführungen der einzelnen Schleifer in Bewegung gesetzt werden. Bei Anlagen mit nur einem Schleifer kann der Regulator gleich am Schleifergestell angebracht werden. Jede einzelne Presse ist durch Reibungskuppelung auslösbar zum Einlegen neuen Holzes, der Regulator

vertheilt dann die durch Lösung der betreffenden Presse frei werdende Kraft sofort auf alle übrigen Pressen und gibt sie beim Wiedereinrücken ohne Weiteres wieder frei.

Die Schleifmaschinen mit wagrechter Achse werden am meisten gebraucht; solche mit senkrechter Achse erscheinen nur dann vortheilhaft, wenn in Folge hohen Gefälles die Umdrehungszahl der Turbinen so gross wird, dass der Schleifer direkt mit der Turbinenwelle gekuppelt werden kann; man hat dann den grossen Vortheil, dass Zahngetriebe und Riemen in Wegfall kommen (Voith).

Eine Schleifmaschine letzterer Art zeigt Fig. 80, deren wesentliche Konstruktion aus dem Gesagten erhellt. Betreffs näherer Beschreibung und Betriebseinzelheiten vergl. Hoyer S. 166.

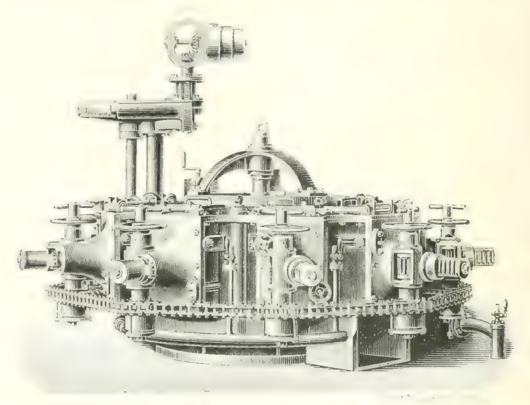


Fig. 80. Holzschleifmaschine von Voith.

Millard (Am. Pat. 149586, Papierztg.) will ein gleichmässiges und ohne Zusatz anderer Stoffe zur Verarbeitung auf der Papiermaschine geeignetes Erzeugniss dadurch erhalten, dass er stets scharfe Schleifsteine und nur einen verhältnissmässig geringen Pressdruck (2 bis 3 Pfd. auf den Quadratzoll) anwendet. Es sollen dadurch gleichmässige, an den Enden spitz zulaufende und mit feinen Härchen bedeckte Holzfasern entstehen, welche sich ohne Zusatz besseren Stoffs ohne Weiteres zu gutem Papier verarbeiten lassen.

c) Das von der Maschine erhaltene Schleifgut ist noch ungleichartig, insofern es Splitter, grobe, unbrauchbare Fasern, grobe, brauchbare Fasern, feine Fasern Nr. II, feinste Fasern Nr. I und unbrauchbares Holzpulver enthält. Es ist daher mit jeder Schleifmaschine ein Sortirapparat in Verbindung, der aus einem Splitterfang und einer Anzahl Siebe von verschiedener Maschengrösse besteht. Man verwendet entweder Cylindersiebe, die ständig zu drehen sind, oder Rahmensiebe, die geschüttelt werden.

Eine Konstruktion letzterer Art (Fig. 81) ist J. M. Voith (Heidenheim) patentirt. Der Apparat besteht aus drei Rahmensieben *a*, *b*, *c*, die der Reihe nach von dem in Wasser aufgeschwemmten Schleifgut durchflossen werden und die durch Schubstangen und Kurbeln ständig geschüttelt werden. In dem Auflauf *d* werden die Splitter zurückgehalten.

Der Apparat sortirt in 24 Stunden 600 kg Holzschliff (trocken gedacht).

Die auf dem ersten Sieb des Sortirapparates zurückgehaltenen Theile sind noch nicht in dem Zustand, um in der Papierfabrikation Verwendung zu finden, und müssen daher einem Zerkleinerungsprozess, einer Theilung in der Längsrichtung, unterworfen werden, der auf der Feinmühle, dem Raffineur, vorgenommen wird. Dieselbe zeigt die

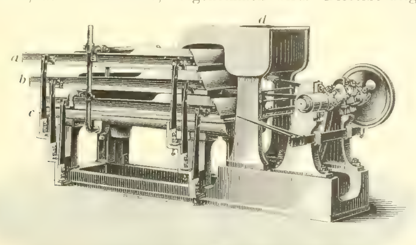


Fig. 81. Sortirapparat von Voith

Einrichtung eines gewöhnlichen Mühlganges mit ruhendem Bodenstein und sich drehendem Läufer. Viel verbreitet zu demselben Zweck ist auch die von Kirchner verbesserte Scheibenmühle (Centrifugalholländer), die den mit Wasser gemischten Holzschliff in vertikaler Ebene zwischen zwei Mahlgängen zerkleinert.

Der vom Sortirsieb gelieferte Holzschliff ist für die Papierfabrikation, sobald das Wasser abgelaufen ist, direkt zu verwenden.

d) Zum Aufbewahren oder Transportiren muss er dagegen noch entwässert werden. Wenn man das Entwässern nur bis zu einem Wassergehalt der Masse von ca. 60% zu bringen braucht, so benutzt man hierzu Kombinationen von Cylindern und Filzen (Langsieb- und Cylindersiebmaschinen), ähnlich den bei der Papiermaschine angeführten. Muss man dagegen den Wassergehalt auf 12 bis 15% bringen, so ist es unvermeidlich, den Holzschliff zu erwärmen, nachdem er erst in der Entwässerungsmaschine in feuchte Pappe verwandelt ist. In letzterem Fall erhält man eine sehr harte Masse, die dem Zerkleinern im Holländer grossen Widerstand entgegensetzt, namentlich wenn der Holzschliff von Nadelhölzern stammt.

Als mittlere Ausbeute an lufttrockenem Holzschliff (mit 12 bis 15% Wasser) von lufttrocknem, von Aesten und Rinde befreitem Holz kann man 40% rechnen.

c) Das Bleichen des Holzschliffs stösst auf erhebliche Schwierigkeiten, wohl vorzugsweise wegen der Umhüllung der Cellulose durch inkrustirende Bestandtheile. Am besten hat es sich bewährt, den noch feuchten, von der Entwässerungsmaschine kommenden Holzschliff nach dem Verfahren der Gesellschaft für Holzstoffbereitung (Grellingen) mit gasförmiger Schwefliger Säure zu bleichen.

Brauner Holzschliff (vergl. Kirchner, D.R.P. Nr. 18447). Dampfholzschliff, wird entsprechend wie der obige gewonnen, nachdem man das Holz zuvor einige Stunden unter Ueberdruck mit Wasserdampf behandelt und dadurch einen Theil der inkrustirenden Bestandtheile gelöst hat. Er zeichnet sich vor dem obigen (in Folge der Zersetzung des Lignins) durch längere, geschmeidigere und leichter verfilzbare Fasern aus, in Folge dessen er auch ohne Zusatz von Hadernstoff, im Gegensatz zu dem anderen Holzschliff, auf Papier verarbeitet werden kann (sogen. Lederpapier, zum Einpacken verwendet).

2. Zellstoff oder Cellulose. Wie bereits erwähnt, unterscheidet sich der Zellstoff von dem Holzschliff dadurch, dass er die reine, von Lignin, inkrustirenden Bestandtheilen, durch chemische Mittel befreite Cellulose darstellt.

Je nach der Abstammung des Zellstoffs ist ein verschiedenartiges Produkt aus Holz, Stroh und Esparto zu unterscheiden.

A. Holzzellstoff [1]).

Die erste Methode der Isolirung der Cellulose stammt von Payen (1840) her und bestand in der Entfernung der Inkrustationen durch Lösen in Salpetersäure. Später ersetzte man die Salpetersäure durch Salzsäure, Königswasser, Schwefelsäure, ohne dass sich das Verfahren in Folge vieler praktischer Unzuträglichkeiten hätte einbürgern können.

Besser als das Säureverfahren bewährte sich das 1852 von Coupier und Mellier eingeführte Natronverfahren, das darauf hinauslief, die aus dem Lignin bei hoher Temperatur in Gegenwart von Wasser gebildeten Säuren durch Alkali, Natron, in lösliche Form zu bringen und dadurch zu entfernen.

Endlich begründete Ekman (Schweden) 1866 durch seine Versuche, das Lignin mit Magnesiumsulfit zu reduziren, das wichtigste Verfahren zur Zellstoffgewinnung, die Sulfitcellulosefabrikation.

Lifschütz (Papierztg. **1891**; Ch. Z. **1891**) hat ein Verfahren zur Darstellung von Cellulose, sowie von Oxalsäure aus Pflanzenfasern durch Einwirkung starker Säure angegeben. Das von Aesten und Rinden befreite Kiefernholz wird in Würfel von 10 bis 15 mm Seite zerkleinert, in einen möglichst häufig durchlochten Thoncylinder gebracht und mit einem hineinpassenden, ebenfalls durchlochten Deckel beschwert. Der Cylinder wird in ein Thongefäss hineingehängt, welches dann mit einem Gemisch von 1 Volumen konzentrirter Schwefelsäure und 3 Volumen Salpetersäure (SG. 1,18 bis 1,15) so gefüllt wird, dass die Oberfläche der Flüssigkeit etwas über den Beschwerdeckel des inneren Cylinders zu stehen kommt. Das äussere Gefäss hat solchen Inhalt, dass das Gemisch etwa das Zehnfache vom Gewicht des Holzes beträgt. 10 cm unter dem oberen Rande des Ge-

[1]) Nach Schubert, Die Cellulosefabrikation, Berlin 1892. Vergl. auch oben Holz.

fässes befindet sich ein Tubus, welcher durch ein Rohr mit einem sogen. Regenerationsthurm kommunizirt. Der Apparat wird nach seiner Beschickung mit einem Deckel geschlossen. Nach kurzer Zeit tritt unter Selbsterwärmung, welche selten 50° übersteigt, eine Reaktion ein. Es findet dabei eine mässige Entwickelung von rothbraunen Dämpfen statt, welche neben etwas Kohlensäure aus Stickstoffoxyd resp. Stickstoffdioxyd bestehen und durch den Tubus in den Thurm geleitet werden, wo sie mittelst Zuleitung der nöthigen Mengen von Luft und Wasser in Salpetersäure übergeführt werden. Wenn die Selbsterwärmung des Gemisches aufhört, sucht man die Temperatur während 14 bis 16 Stunden auf 45 bis 50° zu erhalten. Nach dieser Zeit hat die Gasentwickelung bereits nachgelassen. Das hellgelbe Zwischenprodukt wird warm herausgehoben, abgepresst, zuerst mit kaltem, dann mit heissem Wasser gewaschen und mit einer verdünnten Sodalösung bis zur Zerfaserung gekocht, von der gelbbraunen Lauge getrennt und mit möglichst reinem Wasser in einem geeigneten Gefäss kurze Zeit tüchtig geschüttelt. Schon durch diese einfache Operation ist der ganze Faserstoff in einen feinen Brei, aus einzelnen farblosen, durchsichtigen, etwa 1 cm langen Fasern bestehend, verwandelt. Durch Filtriren und Waschen bis zum farblosen Filtrat erhält man den reinen Zellstoff. Er sieht dann, je nach der Reinheit des Wassers, mit dem er behandelt wurde, blassgelblich bis weiss und seideglänzend aus, ist vollkommen neutral, zeigt keine Reaktion auf Lignin, ist von ausgezeichneter Stärke und Vertilzbarkeit und enthält 1,5 bis 1,8% Asche. Mit konzentrirter Schwefelsäure übergossen, behält dieser Stoff bis zur völligen Auflösung seine helle Farbe; die hellgelbe Lösung bleibt auch beim Verdünnen mit Wasser vollkommen klar. Er enthält keine Spur von Nitrocellulose, und ebensowenig konnten Nitroprodukte im abgegossenen Gemisch angetroffen werden. Die Ausbeute an Cellulose beträgt bei dieser ersten Operation ca. 38% vom Gewicht des trockenen Holzes. Das im äusseren Gefäss zurückgebliebene Gemisch enthält beträchtliche Mengen Oxalsäure und Celluloseschwefelsäure gelöst, welche letztere durch Salpetersäure zu Oxalsäure oxydirt wird.

Sieht man daher von dem alten Säureverfahren und dem in neuester Zeit eingeführten elektrischen Verfahren ab, so ist wesentlich zu unterscheiden zwischen

I. Natronverfahren;
II. Sulfitverfahren.

Gemeinsam ist beiden Methoden die Zerkleinerung des Holzes, das Kochen mit (geeigneter) Lauge unter Druck, das Auswaschen, Mahlen und Sortiren.

Schubert gibt das folgende chronologische Verzeichniss der wichtigsten Neuerungen auf dem Gebiet der Celluloseverfahren.

Jahr	Name	Aufschliessungsmittel	Verfahren
1840	Payen	Salpetersäure	Säureverfahren
1852	Coupier & Mellier	Natron	Natronverfahren
1853	Watt & Burgess	Alkalien	Natronverfahren
1855	Juillon	Alkalische Basen	Natronverfahren
1857	Houghton	Alkalien	Natronverfahren
1861	Barre & Blondel	Wässerige Säuren	Säureverfahren

Jahr	Name	Aufschliessungsmittel	Verfahren
1864	Bachet & Machard	Chlorwasserstoffsäure	Säureverfahren
1866	Tilghmann	Schwefligs. Kalk gelöst in schwefliger Säure	Säureverfahren
1866	Eckmann	Magnesiumsulfit	Sulfitverfahren
1867	Fry	Wasser von hoher Temperatur	
1870	Dresel	Natron	Natronverfahren
1871	R. Mitscherlich	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
1872	Ungerer	Natron	Natronverfahren
1872	Ritter-Kellner	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
1873	Römer in Nettingsdorf	Salpetersäure auf kaltem Wege	Säureverfahren
„	Orioli	Königswasser	Säureverfahren
1880	Cross	Wasser mit neutralen Sulfiten	Sulfitverfahren
1881	Francke	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
1882	Pictet	Wässerige Lösung von schwefliger Säure	Sulfitverfahren
1882	Graham	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
„	Flodquist	Schweflige Säure	Sulfitverfahren
1883	Batz	Alkalien und Sulfite (Ammonium-Vanadinat)	
1883	Dahl	Sulfat	Natronverfahren
1885	Kellner	Elektrizität	Elektrisches Verfahren
1890	Lifschütz	Salpeterschwefelsäure	Säureverfahren

a) Das Natronverfahren.

Im Grossen wurde dieses Verfahren zuerst 1862 in Amerika von der Manayunk Wood Pulp Works Company bei Philadelphia eingeführt. Das Holz muss zunächst von Aesten befreit, geschält und dann in einer Hackmaschine in dünne Scheiben (von ca. 1 cm Dicke) zerschnitten werden. Ein Bild der hierbei sich ergebenden Verluste und der Gesamtausbeute der verschiedenen Bäume an Cellulose bei dem Natronverfahren gibt folgende Tabelle (Schubert).

Frisch gefällte Holzart	1 Raummeter wiegt	Verlust an Schalen und Putzen	Verlust nach Trocknen bei 100°	1 Raummeter geschält und getrocknet wiegt	Ausbeute an Cellulose	Ausbeute an Cellulose
	kg	kg	kg	kg	kg	[illegible]
Fichte (Pinus Picea) . . .	617.5	80	230	267.5	108.2	35
Tanne (Pinus Abies) . . .	566	136	191.7	238.3	88.2	37
Kiefer (Pinus silvestris) . .	697.5	170	252.2	275,3	105.7	38
Schwarzföhre (P. austriaca) .	707.5	147	285.6	264.9	89	34
Lärche (P. larix) . . .	597.5	90	160.37	347,13	116,8	33
Legföhre (P. pumilio) . . .	449.3	55,1	124.8	269.4	99.81	37
Rothbuche (Fagus silvatica) .	865	70	327.54	467.46	139,8	30
Weissbirke (Betula alba) . .	623.5	111,5	215.04	296.96	85,6	29
Aspe (Populus tremula) . .	695	135	227.[illegible]	332.04	108.42	32

1 cbm Holz verhält sich nach Schubert zu 1 Raummeter Holz wie 100 : 65.

Frisch gefällte Holzart	[illegible]	Verlust durch Schälen und Putzen	Verlust durch Trocknen bei 100°	Rohmaterial geschält und getrocknet wiegt	Ausbeute an Cellulose	Ausbeute an Cellulose
	kg	kg	kg	kg	kg	%
Pappel (Populus alba) . .	650	175	226,5	248,5	88,14	35
Vogelbeere (Sorbus auc.) . .	725,5	131,5	269,67	324,33	100,6	31
Elsbeere (Sorbus torminalis .	756,5	166,5	224,2	365,8	103,96	28
Sahlweide (Salix Caprea) . .	572,5	80,5	241	251	85,7	34
Bruchweide (Salix fragilis) .	583,5	111	181,4	291,1	104,8	36
Esche (Fraxinus excelsior)	593,5	91	100,1	402,4	103,95	26
Erle (Alnus glutinosa)	516,5	97,5	181	238	81,3	34

Der Vorgang bei der Cellulosefabrikation dürfte im Wesentlichen auf einer Zersetzung des Lignins durch Hitze und Wasserdampf beruhen, während dem Natron nur das Lösen der harzartigen Bestandtheile und das Binden der gebildeten Säuren zufällt.

Das Natronverfahren, wie es 1853 Watt & Burgess patentirt wurde und zum Theil noch jetzt ausgeführt wird, ist folgendes:

Das zu Scheiben zerkleinerte Holz (ca. 1400 kg) wird in stehende Kessel mit durchlochtem, doppeltem Boden gefüllt, Aetznatronlauge[1]) von 12° Bé. zugegeben und bei 6 bis 8 Atm. Druck (160 bis 170°) mehrere Stunden gekocht. Konzentrirte Laugen, die sich behufs späterer Regeneration schnell eindampfen liessen, darf man nicht anwenden, da sie die Cellulose zu Oxycellulose oxydiren und zerstören würden (Witz, D. 250. 271). Nach dem Kochen nimmt man das Holz aus dem Kessel, lässt abtropfen, wäscht mit wenig Wasser, dann ausgiebiger im Waschholländer. Die hellgraue zerkleinerte Masse gelangt auf die Entwässerungsmaschine und liefert eine nasse Pappe, die im Bleichholländer aufgelöst und gereinigt wird.

Das verbesserte Ungerer'sche Verfahren zeichnet sich dadurch aus, dass nach einander eine Behandlung des Holzes mit Dampf und Lauge stattfindet, die in immer konzentrirterem und heisserem Zustand verwendet wird. In einer Batterie von 7 bis 10 mit Dampf heizbaren Kochern (Beschreibung nach Hoyer, Papierfabrikation), die unter einander derart verbunden sind, dass man Dampf oder Lauge aus dem einen in den anderen überleiten kann, wurden die frischen dünnen Holzscheiben zunächst mit Dampf behandelt, der dem letzten, gerade zu entleerenden Kocher entströmt, und hierauf mit der schwächsten, an Extraktivstoffen reichsten Lauge gekocht, welche dem vorher frisch mit Holz beschickten Kocher entnommen wird, somit die sämmtlichen Kocher durchlaufen und ihren Kreislauf mit dem Kocher begonnen hat, aus dem nunmehr das Holz entleert wird. Besitzt die Batterie z. B. 7 Kocher (A, B, C, D, E, F, G), so erfolgt im Betriebe der Wechsel folgendermassen: Wenn beispielsweise C neu gefüllt ist und B entleert werden soll, so wird erst der Dampf von B nach C geleitet,

[1]) Auf 100 Thle. trocken gedachtes Holz kommen 21 Thle. 60%iges Aetznatron. — Ungerer verwendet nur 4 bis 5% desselben Natrons für Laub- und 6 bis 8% für Nadelholz. Den Druck wählt er im ersteren Fall auf 3 bis 4 Atm., im letzteren auf 5 bis 6 Atm.

um das frische Holz zu dämpfen; dann gelangt die schwächste Lauge von D nach C und so der Reihe nach immer stärker von E nach D, von F nach E, von G nach F, von A nach G und von B nach A. Nach Verlauf einer Stunde etwa wird die Lauge aus C abgelassen, um regenerirt zu werden, während unmittelbar nach diesem Ablassen ein Vorrücken der Lauge von D nach C etc. eintritt und A mit frischer, reiner Lauge versehen wird. Auf solche Weise wird stündlich ein Kocher zum Entleeren fertig und dessen Inhalt vor dem Entleeren mit heissem Wasser unter Dampf ausgewaschen. In demselben Maasse, in welchem die Lauge auf ihrem Kreislauf geschwächt wird, kann auch die Kochtemperatur oder der Dampfdruck abnehmen, der bei diesem Prozesse höchstens in dem Kocher, der mit frischer Lauge beschickt ist, 6 bis 8 Atm. (für Nadelholz) beträgt. Die frische Lauge enthält für Nadelholz 5 bis 6 %, für Laubholz 3 bis 4 % Aetznatron.

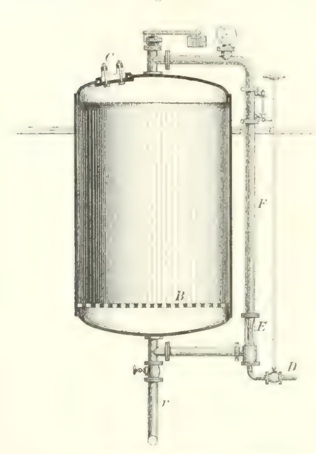


Fig. 82. Kocher mit Körting'schem Injektor.

Die mit den Extraktivstoffen und inkrustirender Substanz gesättigte Lauge der letzten Kochung wird sodann durch Abdampfen und Ausglühen stets regenerirt, so dass nur 5 bis 6 kg Natron Verlust per 100 kg trockener Cellulose erfolgen soll. Der gekochte Stoff wird entsprechend wie oben behandelt.

Die Ausbeute von 1 cbm Holz soll 100 bis 120 kg bei Nadelholz und 150 bis 180 kg bei Laubholz betragen.

Körting (Hannover) benutzt bei den Kochern für Cellulose seine Injektoren und erreicht unter Anwendung von Dampf, dass die Lauge ständig im Kocher zirkulirt.

In Fig. 82 bezeichnet B den gelochten Boden, C das Mannloch, F ein Steigrohr, das bei E einen Injektor trägt, der durch Rohr D mit der Dampfzuleitung in Verbindung steht. Der durch D eintretende Dampf saugt die unter B befindliche Lauge in dem Steigrohr F hoch, worauf sie von Neuem über das Holz fliesst und unter B gelangt. Damit der ständige Kreislauf im Apparat stattfindet, muss der Druck im Dampfrohr stets 1 Atm. höher als im gewöhnlichen Rohr selbst sein; zur Regulirung dessen dient ein Manometer und Sicherheitsventil. Bei r wird die Lauge abgelassen.

Regeneration der Lauge. Da man bei dem Natronverfahren erhebliche Mengen unreiner Alkalilauge als Nebenprodukt erhält, die

nicht allein noch einen erheblichen Wert repräsentirt, sondern auch zum Ablassen in die Wasserläufe ungeeignet ist, so ist man zu einer Regeneration derselben genöthigt, die im Wesentlichen auf ein Abdampfen und Glühen des Rückstandes hinausläuft.

Die zu diesem Zweck verwendeten Flammöfen bieten keine wesentlichen Unterschiede gegenüber den in der Sodafabrikation (vergl. Bd. I d. Hdb.) benutzten. Eine in einer norwegischen Cellulosefabrik befindliche, bewährte Regenerationsanlage beschreibt L. W. Jensen (Papierztg. 1889. Nr. 11) folgendermassen. Der Prozess verläuft in drei Stadien:

1. Eindampfen der Lauge auf ca. 30° Bé. in Dampfkesseln, Röhrenkesseln oder Pfannen unter Ausnutzung der Feuerungsgase; 2. Kon-

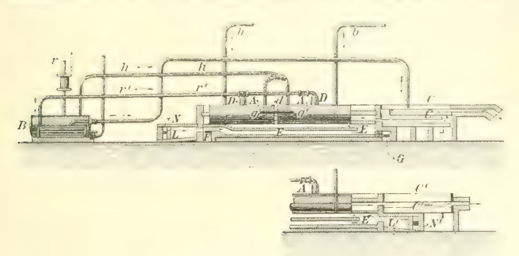


Fig. 83 u. 84. Apparat zur Regeneration der Laugen.

zentration in einer Eindickungswanne bis zur Schlammdicke durch offenes Feuer; 3. Niederschmelzen der Salze in einem retortenartigen Ofen, der mit der Eindickungswanne so verbunden ist, dass die sich entwickelnden Gase in das Hauptfeuer treten, dort verbrennen und so zur Eindickung der Lauge mit beitragen. Die Verdampfung des Wassers beginnt in zwei Dampfkesseln *A* (s. Fig. 83 und 84), welche durch ein Rohr *d* verbunden sind; die Lauge wird durch die Rohre *bb* in den Kessel gepumpt und bleibt da, bis sie eine bestimmte Dichte hat. Der in den Kesseln entwickelte Dampf wird in den Domen *D* dadurch von etwa anhaftender Lauge befreit, dass in jedem ein Siebboden mit aufgelegten Eisenstücken angeordnet ist. Die in den Kesseln verdickte Lauge wird in bestimmten Zeitabschnitten mittelst der Ausblaserohre *g* abgedrückt und durch Rohrleitung *h* in den Röhrenkessel *B* geführt. Ein Abdampfrohr *r* führt den beim weiteren Abdampfen der Lauge entwickelten Dampf aus *B* zu den Trockencylindern der Papiermaschine oder zu anderer Verwerthung. Die Heizung des Röhrenkessels erfolgt durch den beim Abdampfen der Laugen in den Kesseln *A* entstandenen Dampf, welcher aus dem Dom *D* durch Rohr r_1 in die Heizrohre gelangt. Unter normalen Verhältnissen wird die 13- bis 21grädige Lauge im Röhrenkessel auf 21 bis 27° Bé. eingedampft und dann in die oberste der vier Abdampfpfannen *C* (C_1 etc.) abgelassen, welche

ursprünglich, über und gegen einander versetzt, so eingemauert waren, dass die Feuergase, welche den Kessel A in der Richtung der Pfeile bestrichen hatten, nunmehr in der Pfeilrichtung über die unterste Pfanne und weiter auf ihrem Weg zum Schornstein über die drei anderen Pfannen hinzogen. Da aber dadurch, dass die Gase zu stark abgekühlt wurden, schlechter Zug entstand und ausserdem der Raum unterhalb für einen Schmelzofen gebraucht wurde, entfernte man den Etagenofen und liess die Verbrennungsgase zwischen zwei mit Lauge gefüllten Pfannen hindurch direkt in den Schornstein ziehen. Die hierbei zu 30° Bé. eingedickte Lauge fliesst durch eine Rohrleitung in die Eindickwanne E, die ein mit feuerfesten Stoffen ausgelegter, überwölbter, flacher Raum ist, in welchem die Lauge bis dicht an die Feuerbrücke steht. Die von der Planrostfeuerung F erzeugte Flamme schlägt in die Wanne und streicht dicht über die Flüssigkeit, die ständig gerührt wird. Ist sie genügend dickflüssig, so wirft man sie in den Schmelzraum L (L'), wo sie durch die Feuerung N (N_1) niedergeschmolzen wird. In Folge der guten Ausnutzung der Temperatur der Feuerungsgase, die so warm in die Esse treten, dass nur der Zug erhalten ist, findet ein sehr geringer Brennmaterialverbrauch statt: 1 kg Kohle soll 1,5 kg geschmolzenes Salz und Dampf zum Trocknen von 1,5 kg Zellstoff liefern.

Von anderen Oefen sei die Schneider'sche Konstruktion mit Regenerativheizung (D.R.P. Nr. 34392) und Verbrennung der widerwärtig riechenden gebildeten Gase erwähnt; ferner der Apparat von Yargan (D.R.P. Nr. 42592; Papierztg. 1888. Nr. 100) zum Eindicken der Lauge mit Dampf, der Ofen von Dahl (D.R.P. Nr. 44284; Ch. Z. 1888. 1459) etc.

Wenn auch in der durch Glühen gewonnenen Masse der Gehalt an Aetznatron sinkt, so hat doch noch eine solche mit nur 20 % Natron lösende Wirkung für die Inkrustationen der Cellulose, da die neben Aetznatron vorhandenen Mengen Natriumkarbonat und Natriumsulfid ähnlich wie das Aetzalkali wirken. Das beim Kochen gebildete oder besonders zugesetzte Natriumsulfat wird durch Kalk zum Theil in Aetznatron zurückverwandelt.

b) Sulfitzellstoff.

Das erste Patent auf die Darstellung wurde bereits 1866 dem Amerikaner Tilghman ertheilt, ohne dass von ihm eine technische Verwerthung desselben erfolgt wäre. Diese blieb Alex. und R. Mitscherlich vorbehalten, neben denen Kellner sich die bedeutendsten Verdienste um die Hebung dieser Industrie erwarb.

Die Darstellung der Schwefligen Säure findet in den meisten Fällen durch Rösten von Kiesen (Eisenkies, Kupferkies, Zinkblende etc.) statt. Ueber die geeigneten Vorrichtungen vergl. Band I dieses Handb.

Verwendung findet dieselbe meistens in der Form ihrer Salze, der Sulfite, da mit dem Gas selbst schwierig zu operiren und die wässerige Lösung ungleichmässig zusammengesetzt ist. Die Sulfite resp. Bisulfite stellt man meist dadurch dar, dass man auf Magnesit (Magnesiumkarbonat), Dolomit (Magnesiumcalciumkarbonat) oder Kalkstein (Calciumkarbonat) die gasförmige Schweflige Säure bei Gegenwart von Wasser einwirken lässt. Da aus den Karbonaten im Dolomit die

Kohlensäure nur in der Wärme ausgetrieben wird, so wird derselbe auch vielfach, ebenso wie der Magnesit und Kalkstein, gebrannt (von Kohlensäure befreit) verwendet.

Die Apparate, in denen die Herstellung des Calcium- resp. Magnesiumsulfits erfolgt, sind nach dem Thurm- oder nach dem Kammersystem erbaut. In den erstgenannten dringt die Säure durch ein durchbrochenes Gewölbe in einen cylinderförmigen oder viereckigen Thurm ein, in welchem das basische Material aufgeschichtet, und der durch eine Haube verschlossen ist. Von dieser aus wird der Thurm neu beschickt und strömt, durch eine Brause vertheilt, auf den Thurminhalt Wasser, welches am Boden als Calcium- resp. Magnesiumsulfitlösung abfliesst, deren durchschnittliche Stärke im Sommer 4,5 bis 5° Bé., im Winter 7° Bé. und mehr beträgt.

Während Mitscherlich zuerst Thürme von grosser Höhe (20 bis 30 m) gebrauchte, um aus dem Kalkstein Sulfit darzustellen, sind später kleinere Thürme von 6 bis 8 m Höhe eingeführt worden, die allerdings nicht mit dem Karbonat, sondern mit Aetzkalk (Magnesia) gefüllt werden müssen. Die hohen Thürme bieten nach Hoyer (S. 203) eine Menge Betriebsunbequemlichkeiten und Unsicherheiten dar, nicht nur wegen Hinaufschaffung des Rohmaterials auf solche bedeutende Höhe, sondern namentlich auch deshalb, weil in Folge des grossen Gewichtes die unten liegenden und bereits locker gewordenen Theile zerkrümelt werden und dem Säuregase das Aufsteigen erschweren. Da ausserdem hohe Thürme wegen der Fundamentirung u. s. w. sehr theuer in der Herstellung werden, so ist in Vorschlag gebracht worden, mehrere niedrige, z. B. drei von 6 bis 8 m Höhe, neben einander zu bauen und durch Rohrleitungen so in Verbindung zu bringen, dass die in einem Thurme nicht verschluckte Säure dem nächststehenden zugeführt wird u. s. w. Aber auch diese Theilung hat ihr Bedenken, indem auf solche Weise, wenn nicht eine höchst sorgfältige Wasserregulirung beobachtet wird, Sulfitlösungen von sehr verschiedener Grädigkeit entstehen, weil im letzten Thurme ja nur noch wenig Säure zur Absorption übrig bleibt. Da man aber dem Gase auch in der Weise Zeit zur Einwirkung schaffen kann, dass man dem Thurme grosse Querdimensionen gibt, so scheint es wohl gerathen, statt der hohen engen Thürme niedrige weite Thürme anzuwenden, deren Form sich als eine von der cylindrischen abweichende ergibt, wenn man sich vergegenwärtigt, dass eine gesättigte Sulfitlösung am sichersten durch allmähliche Anreicherung und durch ein Zusammentreffen von ungeschwächtem Gase unmittelbar vor dem Austritt des Sulfits aus dem Thurme erhalten wird. Zu dem Zwecke sollte der Thurm an der Stelle, wo das Gas zuerst mit dem Material in Berührung tritt, nicht weit sein, sich dann erst allmählich erweitern, um dem Gase lange Zeit zur Einwirkung zu lassen, und sich nach oben wieder verengen, um die Geschwindigkeit der Säure im Verhältniss zu ihrer Abnahme zu vergrössern. Der auf solche Weise entstehende, durch Fig. 85 im Vertikalschnitt vor Augen geführte, aus den zwei mit den Grundflächen zusammengesetzten Kegeln gebildete Thurm bietet insbesondere noch den Vortheil, dass bei geringerer Höhe ein bedeutender Fassungsraum und an den Flächen des unteren Kegels eine Stütze für das Rohmaterial gewonnen wird, welches sich nun im Verhältniss zu seiner Auflösung zusammenschiebt, ohne eine Gefahr für das Verstopfen der

bei b angebrachten, nach unten sich erweiternden Sieblöcher herbeizuführen. In der Figur bedeutet a das Gaseintrittsrohr, b das durchbrochene Gewölbe, c die gut mit einer asphaltirten oder emaillirten Eisenplatte verschliessbare Oeffnung zum Aufgeben des Rohmaterials, d das Gasabzugsrohr und e die Wasserbrause mit der Zuleitung r. Der Behälter A, in den von dem Raume O aus die Sulfitlösung gelangt, liegt zweckmässig in dem Gewölbe G ausserhalb der Thurmachse, damit man denselben nach abgenommenem Deckel D bequem von den mitgerissenen, ungelösten erdigen Theilen reinigen kann, die sich darin ansammeln. Das Entleeren erfolgt entweder durch ein Bleirohr mit Hahn oder durch einen Heber. Es ist nothwendig, dafür Sorge zu tragen, dass das Gas wegen seiner schädlichen Einwirkung auf die Vegetation vollständig absorbirt wird und die aus dem Thurme kommende Luft daher, bevor sie an die Atmosphäre tritt, durch eine Masse

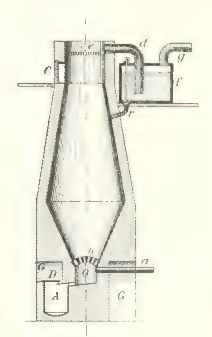


Fig. 85. Thurm zur Darstellung von Sulfitlauge.

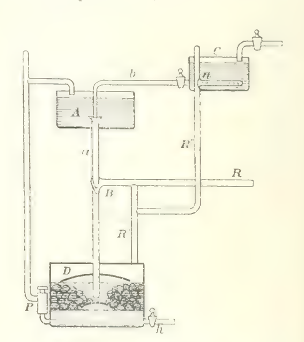


Fig. 86. Apparat zur Darstellung von Sulfitlauge.

zu führen, welche den letzten Antheil der Schwefligen Säure aufnimmt. Man verwendet dazu entweder Kalkmilch oder Natronlösung, die zweckmässiger Weise in ein bei f angebrachtes, vollständig verschliessbares Gefäss gegossen wird, in welches durch das Rohr d die Thurmluft eintritt, um die Lösung zu durchstreichen, und dann durch das Rohr g abzuziehen. Bei Darstellung von Kalksulfit kann man die gesättigte Lösung direkt nach der Sättigung durch das Rohr r in den Thurm ablassen. Befindet sich in dem Gefäss f dagegen Natronlauge, so füllt man das entstandene Natriumsulfit in Gasballons, um es als Antichlor zu verwenden. Um die beim Einfüllen der Rohmaterialien in den Thurm leicht eintretende Beschädigung des inneren Bleimantels zu verhüten, ist es anzurathen, namentlich den unteren Kegel mit Holzlatten zu belegen, die zugleich für das Ablaufen der Sulfitlösung geeignete Rinnen bilden.

Ein sehr wirksames Verfahren zur Bereitung einer Lauge von gleichmässiger Konzentration besteht nach Kellner darin, in einem Kreislauf die verdünnte Lauge stets von Neuem über den Kalk zu führen, bis dieselbe die gewünschte Stärke hat. In Fig. 86 ist eine schematische Zeichnung des Apparates (nach Hoyer) gegeben. Die noch nicht konzentrirte Lösung des Sulfits in Schwefliger Säure fliesst vom Gefäss A durch Rohr a zum Kalksteinbehälter D und saugt hierbei mit Hülfe des Injektors bei B gereinigte und gekühlte Schweflige Säure durch das Rohr R aus dem Schwefelbrenner (Röstofen) an. Die in D unter den doppelten Boden gelangende schon konzentrirtere Sulfitlösung wird hierauf durch die Pumpe A wieder nach A gedrückt, von wo der Kreislauf von Neuem beginnt. Schliesslich wird sie durch den Bleihahn b abgelassen. Die in D aus dem kohlensauren Kalk entweichende Kohlensäure und nicht absorbirte Schweflige Säure, sowie endlich die

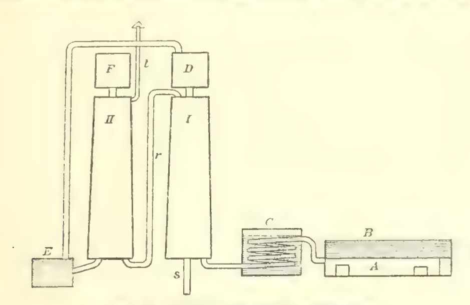


Fig. 87. Apparat zur Herstellung von Sulfitlauge.

aus den Pyrit- oder Schwefelöfen kommende Luft gelangen zum Theil durch das Rohr R' und dessen Abzweigung R'' nach dem Wasserbehälter C, zum Theil treten sie, angesaugt von dem Injektor B, durch R wieder in den Kreislauf ein. Da das Ende n des Rohres R'' siebartig durchlöchert ist und im Wasser des Behälters C liegt, so wird von diesem Wasser der Rest der Schwefligen Säure aufgenommen, während Luft und Kohlensäure frei abziehen. Das in C vorhandene Wasser wird sodann durch das mit einem Regulirhahn versehene Rohr b und Injektorrohr a in den Absorptionsapparat geführt und zur Lösung des Sulfits verbraucht.

Nach einer anderen Anordnung (Fig. 87) werden auch Thürme benutzt, und zwar in der Weise, dass die Schweflige Säure aus den Oefen durch Dampfinjektoren gesaugt und erst in eine grosse, flache, horizontale Kammer A geleitet wird; in dieser wird sie von mitgerissenem Staube befreit und abgekühlt, zu welchem Zwecke die Kammer mit eingesetzten Wänden versehen ist, die einen Labyrinthweg bilden; bedeckt ist sie von einem Behälter B, in dem sich kaltes Wasser be-

findet. Darauf passirt das Gas noch ein Schlangenkühlrohr *C* und gelangt wie gewöhnlich in einfache, mit Kalksteinen gefüllte Thürme *I* und *II*. Ueber dem ersten Thurm *I* befindet sich nun ein Behälter *D*, in welchen die in dem Thurme *II* gewonnene und in das Gefäss *E* ablaufende, schwache Sulfitlösung aus *E* hinaufgepumpt wird, um so wiederholt dem Gase dadurch ausgesetzt zu werden, dass sie in diesem Thurme statt des Wassers niederrieselt. Ueber dem zweiten Thurme hingegen ist ein Wasserreservoir *F* angebracht, aus dem Wasser als Regen in den Thurm *II* strömt. Um auch die in dem Thurm *I* nicht absorbirte Schweflige Säure von Neuem in den Kreislauf zu bringen, ist noch zwischen den beiden Thürmen vermittelst des Rohres *r* eine Verbindung hergestellt, durch welche das in dem oberen Raume von *I* angesammelte Gas unten in den Thurm *II* gelangt. Durch das Rohr *s* fliesst die konzentrirte Lösung zu den Cisternen, und durch das Rohr *t* strömt die Kohlensäure, Luft u. s. w. ins Freie.

Die Kammerapparate bestehen aus mehreren neben einander befindlichen Kammern; dieselben sind gemauert, oben abgeschlossen und bis ³/₄ der Höhe mit Kalkmilch angefüllt, welche das aus den Oefen kommende Gas passiren muss. Zu diesem Zwecke gehen von der Decke Scheidewände bis nahe an den Boden der Kammern, so dass die Schweflige Säure genöthigt ist, in jeder Abtheilung die Kalkmilch nach unten zu durchstreichen und dann in derselben wieder aufzusteigen. Zu dem Ende verwendet man in der Regel einen Ventilator, der hinter der letzten Kammer angebracht ist und ein Durchsaugen bewirkt. An derselben Stelle wird auch oft ein Injektor benutzt oder ein Schornstein hat den nöthigen Zug herzustellen.

Am meisten ist dieses Kammersystem durch W. Flodquist, Gothenburg (D. 255. 115) ausgebildet worden, welcher 10 Kammern hinter einander aufstellte und so einrichtete, dass die Lösung die Kammern so lange durchläuft, bis sie die entsprechende Stärke (5° Bé.) besitzt.

Ein dem Kammersystem ganz ähnliches Verfahren ist Dougall (Papierztg. **1858**. 801) patentirt worden.

Zu dieser Art Apparate gehört ferner der Frank'sche Laugenapparat, von dem Fig. 88 eine Abbildung nach Schubert zeigt. *A* ist ein völlig geschlossener Ofen zum Verbrennen von Schwefel (auch Röstofengase können in den Betrieb gelangen). *B* ist eine Luftpumpe mit Windkessel *C*, welche die zum Verbrennen erforderliche Luftmenge genau regulirbar liefert, so dass an Schwefliger Säure reiche Gase entstehen und Sublimation von Schwefel vermieden wird. Von *D* gelangen die Gase durch die Staubkammer in den Röhrenkühler *F* und werden in dem Wascher *1* von Schwefelsäure befreit, worauf sie in die aus den Gefässen *2*, *3* und *4* gebildete Absorptionsbatterie geleitet werden; dieselben sind derart über einander gestellt, dass das Gas zunächst die am meisten mit Schwefliger Säure gesättigte Lösung im Gefäss *2* passirt, dann *3* und schliesslich *4*, das mit frischer Kalkmilch gefüllt ist. Während *2* und *3* geschlossen sind, ist *4* offen, da hier nur geruchloses Gas austritt.

Ist die Lauge im Gefäss *2* gesättigt, so wird der im Ofen *A* brennende Schwefel durch einfaches Abstellen der vom Kompressor kommenden Luft gelöscht, wodurch jede Entwickelung von Schwefliger

Säure aufhört, von welcher auch nichts in den Raum zurücktreten kann, da der Ofen geschlossen ist. Die fertige Lauge aus 2 wird dann abgelassen und aus 3 die konzentrirte, halb gesättigte Kalkflüssigkeit durch ein am Boden befindliches, mit Ventil geschlossenes Rohr unter Zugabe von Wasser übergeführt. In das leer gewordene Bassin 3 wird dann die Lauge aus 4 abgelassen und letzteres wieder mit frischer starker Kalkmilch gefüllt, welche aus einer abgewogenen Menge von gebranntem Kalk in einem oberhalb 4 stehenden Löschkasten vorher zubereitet war. Hiernach wird der inzwischen ganz abgekühlte Ofen geöffnet, mit neuen, zugewogenen Mengen Schwefel beschickt, und

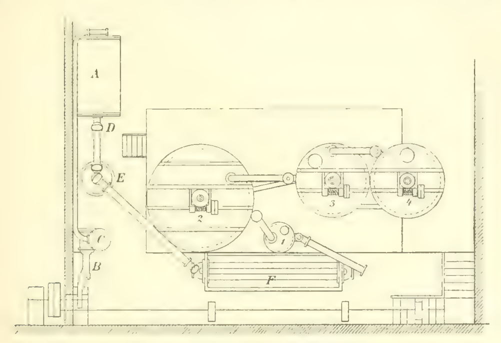


Fig. 88 Frank'scher Laugenapparat.

nachdem dieser in Brand gesetzt ist, der Betrieb durch Umstellen der Luftpumpe wieder begonnen. Je nach der im Voraus genau zu berechnenden Grösse der einzelnen Theile des Apparates können mit einem Male 10 bis 20 cbm fertige Lauge hergestellt werden, und da die Zeitdauer einer Operation inklusive sämmtlicher Nebenarbeiten, wie Nachspeisen des Ofens und Ueberfüllens der Bassins, höchstens 7 Stunden beträgt, so stellt sich die Leistung eines kleinen Apparates per Doppelschicht auf 30 bis 35, eines grossen auf 54 bis 60 cbm. 100 kg Schwefel liefern bei diesem Verfahren 190 kg Schweflige Säure. Der Kalkgehalt der Laugen ist so gering wie möglich zu nehmen, da die Wirksamkeit derselben wesentlich nur auf dem Gehalt an Schwefliger Säure beruht.

Die Kocher sind im Wesentlichen wie bei dem Natronverfahren eingerichtet, doch werden sie, da der Kochprozess sehr lange Zeit beansprucht, im Allgemeinen von ausserordentlich grossen Dimensionen gewählt, so dass sie 100 cbm zerkleinertes Holz und dazu noch 60 cbm Lauge fassen; liegend gebaut, haben sie ca. 12 m Länge und 4 m lichten Durchmesser; das Kesselblech muss daher sehr dick (ca. 1,8 cm) sein.

Eine wichtige Rolle spielt die innere Umkleidung des Kessels mit einem säurebeständigen Mantel, da derselbe anderenfalls äusserst stark angegriffen werden würde. Man verwendet hierzu vielfach dünne Bleiplatten, die noch mit Ziegeln oder gebrannten Platten bedeckt werden. Die grossen Unterschiede im Ausdehnungskoeffizienten des Eisens und Bleies machen häufige Reparaturen erforderlich.

Nach einem Verfahren von Jung & Lindig, Freiberg (D.R.P. Nr. 47976) verhütet man eine Korrosion der Kocher folgendermassen: Man erzeugt an denjenigen Stellen der Apparate, welche mit der Sulfitlauge in Berührung kommen, eine Schicht von Calciumeisensilikat und Calciumsilikat mit oder ohne gleichzeitige Anwendung eines Cementes von Calciummonosulfit und Wasserglas. Die Gefässe werden erst mit Lauge abgerieben und mit verdünnten Säuren gebeizt. Danach bestreicht man die betreffende Fläche mit einer Lösung von schwefligsaurem Kalk in wässeriger Schwefliger Säure, um Calciumeisensulfit zu bilden. Nach dem Trocknen folgt ein mehrmaliger Anstrich mit einer Kali- oder Natronwasserglaslösung behufs Bildung von Calciumeisensilikaten. Auf diese Schicht trägt man ein breiiges Gemenge von Calciummonosulfit und Kali- oder Natronwasserglas auf, dem Chamottemehl oder sonst ein indifferenter Körper beigefügt werden kann. Ist dieser Ueberzug erhärtet, so wird in dem Kocher mit doppeltschwefligsaurem Kalk gekocht, wobei sich in Lösung gehendes schwefligsaures Natron bildet und in der Schicht kieselsaurer Kalk gebildet wird, der den Kocher vor der Sulfitlauge schützt. Geheizt werden die Kocher mit Dampf; bei Anwendung von direktem Dampf muss natürlich die Lauge in Folge der Verdünnung durch Kondenswasser anfänglich konzentrirter gewählt werden. Dampfzirkulationsröhren bieten den grossen Nachtheil, dass sich starke Inkrustationen von unlöslichem Kalksalz auf ihnen niederschlagen.

Eine Drehung der schweren Kocher ist unpraktisch, vielmehr erreicht man, wo es erforderlich ist, eine Bewegung der Lauge durch Injektoren, wie es oben beschrieben ist.

Das Kochen selbst nimmt man im Allgemeinen mit einer Lösung von 4 bis 5 ° Bé. vor. Das Holz wird wie beim Natronverfahren in Form von Scheiben (0,4 bis 1,2 mm dick) verwendet, die meist rechtwinkelig zur Faserrichtung geschnitten und von den Knorren befreit sind, damit diese nicht der Cellulose eine unansehnliche Farbe ertheilen. Kochdauer und Temperatur wechseln innerhalb weiter Grenzen, doch nimmt der Prozess bei langsam steigender Temperatur und wachsendem Druck (etwa 120 ° und 3 Atm.) 12 bis 15 Stunden in Anspruch. Als sehr vortheilhaft hat sich das vorherige mehrstündige Dämpfen des Holzes, Behandeln mit Wasserdampf, erwiesen, das einen Theil der inkrustirenden Bestandtheile entfernt und das Eindringen der Lauge in das porös gemachte Holz erleichtert.

Schubert führt Beispiele von Kochungen für 10 000 kg trockener Cellulose auf. In Anspruch genommen wurde für

das Anheizen . . . 18 bis 28 Stunden,
das Dämpfen . . . 8 bis 12 Stunden,
das Kochen . . . 31 bis 37 Stunden.

Unter Hinzurechnung der Zeit für das Füllen des Kochers, das Zulassen der Säure, das Abkühlen etc. ergibt sich eine Gesammtdauer

der Kochung auf 90 bis 100 Stunden. Der Maximaldruck betrug hierbei 3 Atm., die Maximaltemperatur 120°. Durch Erhöhen des Druckes ist die eigentliche Kochdauer zu verringern.

Ist der Kochprozess beendigt, was durch Bestimmen des Gehalts an Schwefliger Säure in der Lauge erkannt wird[1], von der man durch einen Probirhahn etwas ablässt, so wird die Schweflige Säure übergetrieben und für eine neue Kochung verwerthet; bei vermindertem Druck lässt man dann die braune Lauge ab, spült die Cellulose mit kaltem Wasser nach und schaufelt sie aus dem Kocher heraus.

Die Ausbeute an Cellulose hängt von den verschiedenen Holzarten wie auch den angewendeten Verfahren ab.

Griffin und Little machen folgende Angaben[2]:

Holzarten	Gehalt an				Ausbeute an ungebleichtem Faserstoff durch das Sulfitverfahren
	Zucker, Gummi etc.	Fetten, Harzen etc.	Zellstoff	Inkrusten und zusammenklebenden Stoffen	
Tanne	2,81	2,73	66,32	28,14	50,75
Pappel	4,80	1,85	80,35	13,00	55,18
Birke	2,14	0,93	82,99	13,94	42,80
Gelbe Birke	1,88	0,97	82,36	14,79	53,80

Nach Mitscherlich liefern 0,63 cbm Fichtenholz 100 kg Cellulose, resp. die Ausbeute aus trockenem Holz beträgt 66 %.

Die Zellstofffabrik Waldhof verarbeitet im Jahr ca. 170000 cbm Holz zu ca. 25000000 kg Cellulose.

In Ergänzung der obigen Angaben seien über die speziellen Verfahren noch folgende Angaben (nach Hoyer) gemacht:

1. Ekman verwendet zum Kochen eine Lösung von Magnesiumsulfit, die etwa 1,4 % Magnesia und 4,4 % Schweflige Säure enthält (1 MgO : 2 SO_2); der Druck wird bis zu 6 Atm. gesteigert. Die Ausbeute beträgt 40 % des trocken gedachten Holzes. Die in der Ablauge enthaltenen gummiartigen Bestandtheile lassen sich auf ein Dextrinsurrogat verarbeiten.

2. Das Verfahren von Franke (Schweden) findet unter Anwendung einer schwefligsauren Kalksulfitlösung statt, ebenso wie das

3. Kellner & von Ritter's Verfahren ist besonders durch die eigenthümliche, oben beschriebene Laugengewinnung gekennzeichnet. Gekocht wird unter Anwendung von Dampf bei einem Druck von 4 Atm.; durch Injektoren (vgl. oben) wird die Lauge zur Zirkulation gebracht.

4. Graham (D. 252. 323) verwendet zum Kochen einfachschwefligsaure Salze (von Kali, Natron oder Magnesia) und setzt erst im Kocher, wenn die Luft und Kohlensäure entfernt ist, die Schweflige

[1] In roher Form geschieht dies dadurch, dass man durch Ammoniakzusatz Calciumsulfit fällt und dessen Menge vergleicht. Völlig darf auch beim Schluss des Prozesses die Schweflige Säure nicht entfernt sein; es muss immer noch in der klaren Lauge durch Ammoniak ein Niederschlag entstehen.

[2] Sämmtliche Angaben beziehen sich auf absolut trockene Materialien (Holz, Zellstoff etc.).

Säure hinzu, wodurch Verluste verhütet werden sollen. Zum Bleichen wird ausser Chlorkalk noch Kalium- oder Natriumnitrat verwendet, das einen Theil der färbenden Stoffe und die unlöslichen Kalkverbindungen entfernen soll.

5. **Pictet** und **Brélaz** verwenden zum Kochen eine Lösung von Schwefliger Säure, um eine bequem regenerirbare Lauge zu haben und aus der Ablauge Gummi, Harz etc. gewinnen zu können. Die hohen Spannungen im Apparate machen das Verfahren bedenklich; auch wird die gebildete Schwefelsäure nicht gebunden und wirkt bei höherer Temperatur bräunend.

6. **Flodquist** (Gothenburg) benutzt eine Mischung von saurem Calciumsulfit und Calciumphosphat, das aus entfetteten Knochen durch Schweflige Säure gewonnen wird.

7. **Archbold** (Oswego) erzeugt zur intensiven Wirksamkeit das Sulfit auf der Holzfaser selbst, indem er das zerkleinerte Holz erst mit Kalkmilch tränkt und dann in dem Kocher mit Schwefliger Säure behandelt.

Die **chemischen Vorgänge** bei dem Sulfitverfahren, insbesondere demjenigen nach **Mitscherlich**, sind von **Harpf** (D. **286**. 84, 112; Ch. Z. Rep. **1892**. 331; vergl. auch **Peddersen**, Papierztg., Nr. 19 und 34 und **Frank** l. c. 1888) untersucht worden. Beim Kochen spielt der Gesammtgehalt an Schwefliger Säure in der Lauge die erste Rolle, der Gehalt an freier Säure kommt erst in zweiter Linie in Betracht. Die Lauge stellt eine Lösung von einfach schwefligsaurem Kalk in überschüssiger wässeriger Schwefliger Säure von wechselnder Konzentration dar und ist schon vor dem Kochen in Folge theilweiser Oxydation der Verbrennungsprodukte des Schwefels mit Calciumsulfat (Gyps) gesättigt. Während des **Anheizens** oxydirt sich ein Theil des Sulfits durch den Sauerstoff der noch im Kocher und im Holz vorhandenen Luft zu Sulfat, so dass eine Gypsausscheidung erfolgt, die wesentlich dadurch verringert wird, dass man das Holz vorher dämpft und beim Anheizen den Kocher so lange oben offen lässt, bis die gasförmige Schweflige Säure die Luft vertrieben hat. Nach dem Schluss des Anheizens beginnt die eigentliche Wirkung der Schwefligen Säure auf das Holz, die nach **Harpf** im Wesentlichen eine Reduktion der ersteren durch die inkrustirenden Substanzen ist, da sich in der Ablauge Schwefel als solcher vorfindet.

Die **Ablauge** enthält den Kalk an organische Verbindungen gebunden und als wenig Sulfat; der Schwefel findet sich in folgenden Verbindungen vor: a) als freie und als gebundene Schweflige Säure, die direkt titrirt werden kann, und als solche, die durch Destillation mit stärkerer Säure ausgetrieben werden muss; b) in organischer Verbindung, aus der er durch Salzsäure als feiner Niederschlag gefällt wird.

Da beim Kochen 23,5 % Kalk (CaO) ausfallen und 66,5 %, vorzugsweise als organischsaures Salz, in Lösung gehen, so ist die Umwandlung des Calciummonosulfits in das obige Salz nach **Harpf** der Hauptvorgang des Prozesses.

Ueber die Natur der in der Ablauge vorhandenen organischen Verbindungen s. **Lindsey** und **Tollen's** Untersuchungen.

c) Elektrisches Verfahren.

Das K. Kellner (Hallein) patentirte Verfahren (Schubert, Papierztg. 1889) beruht auf der Anwendung des elektrischen Stromes zur Erzeugung und beständigen Wiederbelebung von Stoffen, die auf die inkrustirende Substanz des Holzes (Strohes etc.) während des Kochprozesses zersetzend einwirken. Das Holz wird mit solchen Flüssigkeiten oder Lösungen unter gleichzeitigem Durchleiten des elektrischen Stromes erhitzt, welche unter der Einwirkung des letzteren die geeigneten Zersetzungsmittel liefern. Hierzu eignen sich besonders Metallchlorid- und namentlich Chlornatriumlösungen, da die inkrustirenden Substanzen von Chlor, unterchloriger Säure etc. gelöst werden. Der

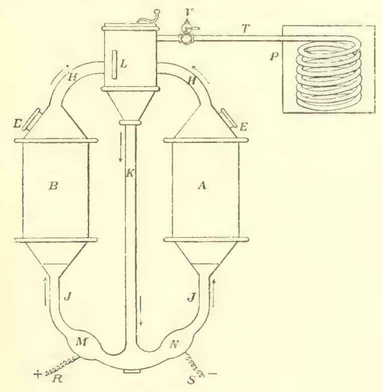


Fig. 89. Apparat von Kellner.

Kreislauf wird dadurch aufrecht erhalten, dass die im Nebenprozess entstehende Salzsäure sich mit dem am negativen Pol abgeschiedenen Metalloxyd wieder zu Chlorid vereint. Gearbeitet wird bei ca. 128°. Der Apparat (Fig. 89) besteht im Wesentlichen aus drei senkrechten, oben und unten durch die Röhren *H*, *J*, *K*, *L*, *M* und *N* mit einander verbundenen Kochern *A*, *B* und *L*; bei *R* resp. *S* befindet sich der positive resp. negative Pol. In *B* wird durch die Füllöffnung *E* Holz hineingegeben und der Apparat mit so viel Kochsalzlösung von ca. 8% gefüllt, dass dieselbe in dem Wasserstandszeiger des Zwischenkessels *L* sichtbar ist. Man heizt durch Röhren, die in *A* und *B* liegen, mit trockenem Dampf auf ca. 126° und schickt den elektrischen Strom durch den Apparat. Die von *M* resp. *N* in die Höhe gehenden Flüssigkeiten enthalten Chlor und unterchlorige Säure etc. resp. auf der anderen

Seite Natron, treffen bei L zusammen, wo sie wieder Kochsalz bilden, und fliessen durch K nach unten, werden von Neuem zersetzt und wieder in den Kreislauf gebracht.

Sehr wirksam ist es, mit Strömen von wechselnder Richtung zu arbeiten, so dass bald R, bald S zur positiven Elektrode wird; alsdann wird auch A mit Holz gefüllt, welches durch die aufsteigende Natronlauge vortheilhaft vorbereitet wird. Das Umwechseln des Stromes findet etwa von Viertel- zu Viertelstunde statt. Die während des Prozesses in dem Kessel L angesammelten Gase lässt man von Zeit zu Zeit durch das Ventil V und Rohr T in einen Kondensator P ab. Während das Produkt im Anodenkessel rein weiss ist, muss dasjenige aus dem Kathodenkessel, da es durch das zuletzt wirkende Natron gelblich gefärbt ist, noch durch Chlorkalk gebleicht werden.

Vortheilhafter wird nicht in geschlossenen Kochern, sondern in cementirten Gruben ohne Druck gearbeitet.

Fertigstellen der Cellulose. Eine dem Kochen des Holzes folgende Zerfaserung wird zweckmässig in einem von Mitscherlich (Schubert S. 161) angegebenen Stampfwerk unter fortwährendem Zufluss von Wasser vorgenommen.

Das Auswaschen des Stoffes zur völligen Entfernung der Kochlauge erfolgt nach Mitscherlich durch Schlämmen desselben in Waschrinnen, in welchen sich gleichzeitig die gröberen Verunreinigungen wie Splitter, Aeste etc. zu Boden setzen. Zur besseren Vertheilung rührt man den Stoff häufig auf.

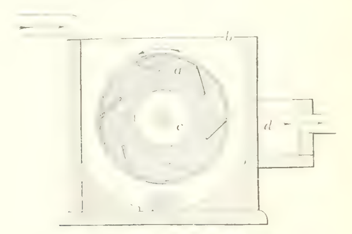


Fig. 90. Cellulosereiniger von Wandel.

Zur Entfernung der kleineren Verunreinigungen, wie Faserbündel, dienen Knotenfänger (s. später bei der Papiermaschine) oder der bewährte Cellulosereiniger von Wandel, der in Fig. 90 im Querschnitt abgebildet ist. Der Knotenfang-Cylinder a mit durchgehender Welle ist in einem hölzernen Trog b waagrecht gelagert. Die Hälse desselben gehen an beiden Seiten durch die Seitenwände des Troges hindurch und sind an letzteren abgedichtet. Indem sich der Cylinder ohne Schüttelung rasch dreht, wird durch die an der Aussenseite desselben angebrachten Längsrippen fortwährend so viel Stoffflüssigkeit mitgerissen, dass der Cylinder während des Betriebs stets mit seiner

ganzen Oberfläche unter Stoff liegt. Da gleichzeitig der Stoff in der ganzen Umgebung des Cylinders durch diese Längsrippen in beständiger heftiger Bewegung erhalten bleibt, so wird eine Trennung von Wasser und Stoff vermieden, und die feinen Fasern schwimmen mit dem Wasser durch die Einschnitte des Cylinders von aussen nach innen und fliessen durch die beiden seitlichen Hälse *c* des Cylinders aus, und durch die Sammelrinne *d* auf das Entwässerungssieb.

Im Innern des Cylinders sind Schaufeln angebracht, welche bei der raschen Drehung des Cylinders (40 bis 50 Umdrehungen in der Minute) den in den Cylinder eingedrungenen Stoff der Achse und dem Ausfluss zutreiben. Dadurch üben sie gleichzeitig eine saugende Wirkung auf den ausserhalb der Schlitze befindlichen Stoff, so dass dieser energisch in den Cylinder nachdringt. Da durch die Wirkung der Längsrippen der Cylinder auf seinem ganzen Umfang mit Stoff umgeben ist, so arbeitet stets die gesammte Oberfläche des Cylinders, wodurch die denkbar grösste Leistungsfähigkeit des Apparates erzielt wird. Der Antrieb erfolgt mittelst einer auf die Cylinderwelle aufgekeilten Riemen- und Leerscheibe.

Dem Sortiren der Cellulose folgt das Entwässern, das in Trockenmaschinen ähnlich wie mit dem Holzschliff (s. o.) vorgenommen wird; die Cellulose enthält dann ca. 50 % Wasser. Durch Anwendung von Trockencylindern bringt man den Wassergehalt auf 10 bis 20 %. Auch die getrocknete Cellulose löst sich noch leicht in Wasser auf. Vor dem Entwässern findet oft noch ein Bleichen statt, welches wie das Bleichen des Papierstoffs aus Hadern ausgeführt wird.

3. Anderweitige Hadernsurrogate. Stroh hat folgende Zusammensetzung:

	Fasern %	Inkrustationen %	Wasser %	Kieselsäure %
Weizenstroh	51,0	40,0	6,0	3,0
Gerstenstroh	49,0	38,0	9,0	4,0
Roggenstroh	47,0	45,0	5,5	2,5
Haferstroh	47,0	32,4	16,0	4,6
Maisstroh	40,0	40,0	16,3	3,7

Da der Zusammenhang der Fasern wesentlich durch die im Wasser löslichen Antheile hervorgebracht wird, so kann man schon durch Kochen mit Wasser die Masse so lockern, dass sie sich direkt im Holländer oder Kollergang verarbeiten lässt. Man erhält in dieser Weise den Stoff für das Strohpapier oder die Strohpappe.

Zur Darstellung besserer Papiersorten wird das Stroh sorgfältig gereinigt, sortirt und in Häckselmaschinen in Stücke von etwa 2 cm Länge zerschnitten. Die feinsten Sorten des Häcksels werden in Getreideputzmaschinen oder Windfegen von mechanischen Verunreinigungen und von den harten Stellen im Halm (Knoten) befreit. Die Weiterbehandlung geschieht wie beim Holz durch Kochen mit Natronlauge oder Sulfitlauge, die aber wesentlich verdünnter

(von 2 bis 3° Bé.) verwendet werden. Fast ausschliesslich das erste Verfahren kommt in der Praxis in Anwendung, da es wesentlich bequemer wie letzteres zum Ziel führt. Die Ausbeute beträgt etwa 40 bis 50%. Spezielle Verfahren haben Römer, Lahousse, Thode, Lespermont u. A. (vergl. Hoyer S. 220) angegeben.

Das Espartogras wächst vorzugsweise in Spanien, Portugal und Nordafrika: es bildet 0,5 bis 0,7 m hohe Büsche und treibt im Sommer einen langen, starren Halm, an welchem sich eine zusammengezogene, seitwärts gekrümmte Aehre befindet. Die zähen Blätter liefern die echte Espartofaser (ca. 56%).

Halfa oder Alfa ist ein in Nordafrika wachsendes Gras, das lange, binsenartige, den Espartoblättern ähnliche Blätter hat und das viel mit dem echten Espartogras verwechselt wird, aber minderwerthiger ist, da es knochenharte Knoten besitzt.

Als Diss bezeichnet man ein schilfartiges Gras derselben Herkunft, das 2 bis 3 m hoch wird und starre, zähe Blätter hat, die eine noch weniger geschmeidige Faser als Halfa liefern.

Die Verarbeitung der Gräser erfolgt durch Reinigen von Wurzeln, Sand etc., Sortiren, Kochen mit Natron, Waschen, Mahlen und Bleichen.

Papierabfall und altes Papier setzt man nach der Reinigung und dem Quetschen zwischen Rollsteinen dem Stoff im Holländer zu.

II. Zubereitung des Papierstoffes.

Die im Ganzholländer zu einer feinen, gleichartigen Masse (Ganzzeug) zerriebenen Hadern resp. Hadernsurrogate unterliegen noch verschiedenen Operationen, bevor man sie zur eigentlichen Papierbereitung verwendet, und zwar dem Mischen; Bläuen, Weissen, Füllen; Leimen; Färben.

1. Mischen. Je nach dem mannigfachen Gebrauch des Papiers wird man demselben verschiedenartige Zusammensetzung geben resp. Stoff von verschiedenen Hadernnummern und mehr oder weniger Surrogate verwenden. Allgemeine Regeln lassen sich hierüber natürlich nicht aufstellen; doch gibt nebenstehende Tabelle nach Rudel (Hoyer S. 227) einen Ueberblick über die Mischungsverhältnisse.

Bläuen, Weissen, Füllen. Da das Bleichen des Stoffes zum Schutz der Fasern beendet werden muss, bevor noch eine völlige Entfärbung eintritt, und da auch ferner die später vorgenommene Harzleimung dem Papier einen unansehnlichen Farbton verleiht, so verwandelt man diesen entweder durch das Bläuen in einen angenehmeren oder man setzt dem Stoff einen weissen feinen Körper zu, man weisst.

Das Bläuen nimmt man meist mit künstlichem Ultramarin vor, das zuvor mit Wasser zu einem gleichartigen Brei angerührt ist. Der Stoff soll völlig neutral sein. Bei geleimtem Papier findet das Bläuen nach dem Leimen statt.

Zum Weissen ist der Thon als Kaolin, China clay, am verbreitesten, da er nicht allein fest an der Faser haftet, sondern auch dem Papier einen angenehmen matten Glanz verleiht. Der gehörig in Wasser aufgeweichte Thon wird dem Stoff vor dem Leimen zugesetzt; bei ungeleimtem Papier verlangt er einen Stärkekleisterzusatz zum Stoff.

Papiersorte	Mischung aus Halbstoff %	Hadern Nr.
Brief- I, extrafein	50	1
	50	3
Brief- I, dickes	75	1
	25	3
Brief- I, extradünn	25	2
	75	3
Brief- II, fein	50	2
	50	3
Brief- III, mittelf.	25	3
	25	4
	50	8
Schreib- I Post	50	2
	50	3
Schreib- II, fein, Kanzlei	25	3
	50	4
	25	8
Schreib- III, Kanzlei	50	4
	25	8
	25	9
Schreib- IV, Konzept	25	5
	50	6
	25	9
Druck-Kupfer-	25	1
	50	2
	25	11
Druck-Stahl-	25	1
	75	2
Druck-Stein-	25	1
	25	2
	50	11
Druck- I, Post, extrafein	25	2
	25	3
	25	8
	25	11
Druck- II, Kanzlei, fein	25	3
	25	8
	25	11
	25	12
Druck- III, Kanzlei, mittelf.	25	4
	25	9
	25	12
	25	13
Druck- IV, ord. Kanzlei	25	5
	25	13
	25	14
	25	17
Druck- V, ord. Konzept	25	6
	25	14
	25	16
	25	17
Seideneinschlag-	25	2
	25	3
	25	4
	25	8
Bildereinlage-	25	1
	25	2
	25	8
	25	11
Töpferdruck-	25	3
	25	8
	25	13
	25	17
Kopir-	25	1
	25	3
	25	9
	25	12
Goldschlag-	50	5
	25	6
	25	14
Zigaretten-	25	1
	50	2
	25	11
Farbig Umschlag-, fein	25	3
	50	4
	25	8
Farbig Umschlag-, mittel	50	4
	25	8
	25	9
Blau Pack-	75	10
	25	15
Grau Pack-	50	7
	25	14
	25	16

Kreide und Gyps haben geringe Deckkraft und beeinflussen die Leimung ungünstig. Schwerspath (Baryumsulfat) verlangt einen grossen Zusatz von Kleister, damit er sich gleichmässig vertheilt. Viel wird auch durch kalte Fällung von Baryumchlorid mit Schwefelsäure erhaltenes Baryumsulfat als Blanc fixe, Blanc perl, Neuweiss, Patentweiss etc. verwendet, da es in dieser Form feinpulveriger ist und sich schwerer zu Boden setzt als Schwerspathpulver. Lunge (D. 231. 163) hat vorgeschlagen, das Salz im Holländer selbst aus dem Chlorid und Alaun herzustellen, und beachtenswerthe Ergebnisse erhalten.

Neben dem Weissen erfüllen die erwähnten Stoffe auch die Aufgabe, die Poren im Papier auszufüllen, es glatt zu machen; sie dienen zum Füllen. Da sie jedoch nicht verfilzen, sondern vielmehr noch die Verfilzung der Fasern stören, so ist stark gefülltes Papier wesentlich in seiner Festigkeit beeinträchtigt. Ueber 5 % Füllstoffe sollen Papiere, die länger dauerhaft sein müssen, nicht enthalten; Dokumentenpapiere dürfen nicht einmal wenig Thon enthalten.

2. Leimen. Das aus dem Stoff durch Entwässern zu erhaltende Papier stellt ein poröses, von feinen Kanälen durchzogenes Blatt dar, welches Flüssigkeiten mit Begierde nach allen Richtungen aufsaugt. In dieser Form nennt man es Löschpapier, Fliesspapier, Filtrirpapier. Um diese Blätter derart zu verändern, dass man sie beschreiben oder bemalen kann, ist es erforderlich, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Fasern auszufüllen (d. h. das Papier zu leimen), so dass eine dichte, porenfreie Masse entsteht, auf der Tinte, Farbe etc. nicht ausläuft. Die zähe Druckerschwärze läuft auch auf ungeleimtem Papier nicht aus. Man nimmt das Leimen entweder vor oder nach der Papierbildung vor, so dass man die Stoffleimung von der später zu behandelnden Leimung im Bogen zu unterscheiden hat.

Während das Leimen im Stoff (Büttenleimung) fast ausschliesslich unter Anwendung von Harz erfolgt (vegetabilische Leimung), wird das fertige Papier meist mit thierischem Leim (Leimung im Bogen) behandelt. Diese beiden Arten — Stoffleimung und Oberflächenleimung — unterscheiden sich wesentlich von einander: erstere, die Harzleimung, ist durch die ganze Papiermasse vertheilt und umhüllt die einzelnen Fasern. Letztere bildet nur einen oberflächlichen Ueberzug, unter dem beim Abkratzen wieder poröses Papier zum Vorschein kommt. Die Verhinderung der völligen Verfilzung durch die Harztheilchen vermindert die Festigkeit des Papieres, während sie andererseits der Leimüberzug vergrössert. Auch ist die Oberfläche des vegetabilisch geleimten Papieres glätter als diejenige von thierisch geleimtem.

Die Erfindung der Harzleimung (Hofmann's Handb. S. 289) ist von M. F. Illig etwa 1806 gemacht worden, aber erst um 1827 in weiteren technischen Kreisen bekannt geworden. Illig stellte mittelst Aetzalkali Lösungen von Harzen oder Wachs her, mischte dieselben gründlich mit der Papiermasse und fügte Alaunlösung (oder Säure) hinzu. Nach ihm wurde dadurch das Alkali, welches Harz in Lösung hielt, gebunden und flockiges Harz auf die Fasern niedergeschlagen. Nach später fast ausschliesslich vertretener Ansicht bildet sich dagegen aus der angewendeten Harzseife und dem Alaun harzsaure Thonerde und diese letztere bewirkt die Leimung. Dem entgegen wies E. Wurster (D. 1877; Papierztg. 1877. Nr. 45) durch umfassende Ver-

suche nach, dass Illig's Theorie die richtige wäre und die Leimung durch Harz erfolgt, das bei dem in der Praxis angewendeten Ueberschuss von Alaun aus der Seife fällt; dagegen ist harzsaure Thonerde nur in sehr geringer Menge im geleimten Papier zugegen.

Wenn man mit Wurster die Harzseife als sylvinsaures Natron auffasst, so lässt sich der Prozess der Leimung folgendermassen veranschaulichen:

$$\underset{\text{Harzseife}}{6Na(C_{20}H_{29}O_2)} + \underset{\text{Alaun}}{3K_2SO_4.Al_2 3SO_4} + \underset{\text{Wasser}}{6H_2O} =$$

$$\underset{\text{Harz}}{6C_{20}H_{30}O_2} + \underset{\text{Basisch schwefelsaure Thonerde}}{3[Al_2(OH)_2.2SO_4]} + \underset{\text{Kaliumsulfat}}{3K_2SO_4} + \underset{\text{Natriumsulfat}}{3Na_2SO_4}.$$

Die Bildung der harzsauren Thonerde wäre nur bei überschüssiger Harzsäure möglich:

$$\underset{\text{Harzseife}}{6Na(C_{20}H_{29}O_2)} + \underset{\text{Alaun}}{K_2SO_4.Al_2 3SO_4} =$$

$$\underset{\text{Harzsaure Thonerde}}{Al_2(C_{20}H_{29}O_2)_6} + \underset{\text{Natriumsulfat}}{3Na_2SO_4} + \underset{\text{Kaliumsulfat}}{K_2SO_4}.$$

Sobald nun mehr Alaun, von dem in der Praxis stets ein Ueberschuss verwendet wird, in Reaktion tritt, wird die harzsaure Thonerde wieder zu Harz zersetzt:

$$\underset{\text{Harzsaure Thonerde}}{Al_2(C_{20}H_{29}O_2)_6} + \underset{\text{Alaun}}{2K_2SO_4.Al_2 3SO_4} + \underset{\text{Wasser}}{4H_2O} =$$

$$\underset{\text{Harz}}{6C_{20}H_{30}O_2} + \underset{\text{Basisch schwefelsaure Thonerde}}{3[Al_2(OH)_2.2SO_4]} + \underset{\text{Kaliumsulfat.}}{2K_2SO_4}.$$

Wesentlich spricht ferner noch für Wurster's Theorie, dass man eine gute Leimung dadurch hervorrufen kann, dass man die Harzseife durch Säure zersetzt, wobei harzsaure Thonerde nicht gebildet werden kann.

Wie aber Hoyer (S. 240) mit Recht ausführt, äussert Alaun der Papierfaser gegenüber auch, ähnlich wie in der Färberei, seine Wirksamkeit als Beize, indem er zum grössten Theil in freie Säure und basisches Salz zerfällt; erstere zersetzt die Seife zu Harz und Natriumsulfat. Ein kleiner Theil des Alauns bildet harzsaure Thonerde, aus welcher noch vorhandener Alaun weiterhin Harz abscheidet, so dass sich auf der Faser ausser Harz noch eine Aluminiumharzverbindung befindet, deren Menge je nach der Konzentration der angewendeten Lösungen, der Art des Arbeitens etc. verschieden ist.

Der Leim. Zum Leimen selbst bedarf man einerseits einer Harzlösung, Harzseife, von welcher man in der Praxis zwei Arten unterscheidet:

a) brauner Leim, ein neutrales, in Wasser klar lösliches Resinat (Harzseife) und
b) weisser Leim, eine Emulsion von fein zertheiltem Harz in neutraler Harzseife.

Da das Harz im Wesentlichen ein Säureanhydrid darstellt, so kann man die Verseifung mit Alkalikarbonat vornehmen. Theoretisch sind zur Seifenbildung aus 100 Thln. Harz etwa 40 Thle. krystallisirte Soda erforderlich; in dieser Weise wird der braune Leim dargestellt. In der Praxis verwendet man jedoch häufig geringere Mengen Soda (25 Thle.

und weniger), so dass die gebildete Seife 20 % und mehr Harz in Emulsion enthält (weisser Leim). Durch starkes Einkochen der Seife wird das suspendirte Harz in solche Form gebracht, dass es beim Verdünnen milchig ausfällt. Um das Harz bei Alaunzusatz langsam auszuscheiden und die einzelnen Theilchen am Zusammenballen zu verhindern, setzt man dem Stoff einen verdickenden Körper, gewöhnlich Stärkekleister, zu.

Nach Wurster bereitet man eine Leimlösung derart, dass man 30 bis 34 kg Krystallsoda in 65 l Wasser löst, in die mit Dampf gekochte Flüssigkeit 100 kg gepulvertes Harz einträgt und 5 bis 8 Stunden erhitzt, bis die Lösung vom Spatel kurz abreisst, ohne Faden zu ziehen. Dem Leim wird verkleisterte Stärke, und zwar etwa 1 kg auf 5 bis 8 kg Harz, zugesetzt; verdünnt wird derart, dass 1 l 20 bis 25 g Harz enthält. Auf 100 kg kommen 1,5 bis 2,5 kg Harz und 1 bis 3 kg Stärke in Anwendung.

Das Fällungsmittel, der Alaun, bietet eine bequeme Form zum Bezug einer reinen, eisenfreien Aluminiumverbindung. Kali- und Ammoniakalaun mit 10,8 resp. 11,9 % Thonerde verwendet man häufiger als den Natronalaun. Häufig gebraucht man auch Aluminiumsulfat mit 15,9 % Thonerde als sogen. konzentrirten Alaun, da dasselbe in reinem Zustand billig zu beziehen ist. Ersatzmittel der Thonerdesalze durch Zinkvitriol, Zinkchlorid, Magnesiumsulfat, Wasserglas etc. haben sich nicht bewährt.

Anzuwenden ist bei Benutzung der obigen Seife- und Stärkemengen etwa 1,5 bis 3 kg Alaun.

Die Zersetzung der Seife, das Leimen, nimmt man im Ganzholländer vor, und zwar setzt man entweder erst Alaun oder erst Seife zu. Zweckmässig dürfte man auch abwechselnd die beiden Körper zur Einwirkung bringen. In den verschiedenen Fabriken herrschen betreffs all der Einzeloperationen zum Leimen sehr abweichende Verfahren, die sorgsam geheim gehalten werden.

3. Färben[1]). Aehnlich wie beim Leimen hat man auch beim Färben ein solches im Stoff, in der Bütte, vor der Blattbildung von solchem auf dem fertig gestellten Papier, vom Färben im Blatt zu unterscheiden. Letzteres ist nur von untergeordnetem Interesse, da es nur für spezielle Zwecke Verwendung findet, wie für Reagenzpapier, Transparenzpapier (gefärbt durch eine alkoholische Lösung einer Anilinfarbe und von Kolophonium), Blumenpapier etc.

Die im Stoff gefärbten Papiere kamen früher als naturfarbige oder Naturpapiere in den Handel und wurden nicht direkt mit Farbstoffen, sondern mit dem aus blauen oder rothen Hadern bereiteten farbigen Ganzstoff gefärbt. Neuerdings färbt man fast ausschliesslich mit Farbstoffen, die man der im Ganzholländer befindlichen Papierfaser entweder allein oder nach vorherigem Behandeln mit Beizen zusetzt.

Das erstere Verfahren, substantives, unmittelbares Färben, gelingt meist nur mit thierischen Fasern, kann daher nicht wesentlich zum Papierfärben in Betracht kommen. Dagegen wird hier vorzugsweise das adjektive, mittelbare Färben unter Anwendung von Beizen vorgenommen, deren Wirksamkeit auf der Bildung einer unlöslichen Ver-

[1]) Vergl. Arnadie, Färben des Papierstoffes. Berlin 1881.

bindung mit den Farbstoffen, eines Lackes, beruht, welcher sich zwischen den einzelnen Fasern abscheidet.

Die wichtigsten der in der Papierindustrie benutzten Beizen sind:

- Alaun, Aluminiumsulfat, Aluminiumacetat;
- Zinnchlorür; die gebildeten Lacke sind lebhafter als die mit Thonerdesalzen gebildeten.

Häufig beizt man erst mit Alaun, dann mit Zinnsalzen, die besonders bei Gegenwart von Säure oder sauren Salzen schöne Farben geben;

- Eisensalze (Sulfat, Nitrat, Acetat) werden seltener verwendet. Sie liefern nur dunkle Färbungen. Ein Gleiches gilt für die Kupfersalze.
- Chromsalze werden seltener zum Beizen als zur Herstellung von Präcipitationsfärbungen benutzt, indem man sie mit anderen Salzen in Reaktion bringt.

Die Farbstoffe wird man je nach der beabsichtigten Verwendung des Papiers wählen. Für Blumenpapier und Seidenpapier wird man die lebhaften, allerdings schnell in der Sonne bleichenden Anilinfarben benutzen; für feines Schreib-, Zeichen- oder Druckpapier, das lichtbeständige, matte Töne verlangt, empfehlen sich Erd- und Mineralfarben: ordinäres Papier färbt man insbesondere mit Ocker, Eisenschwarz, Berlinerblau etc.

Die wasserlöslichen Farbstoffe wird man direkt dem im Holländer befindlichen Stoff zusetzen, bis der gewünschte Farbton erreicht ist. Die unlöslichen Erd- oder Mineralfarben müssen als sehr feines Pulver verwendet werden. Will man letztere sich selber durch Reaktion zweier Verbindungen bereiten, so verwendet man oft besondere Gefässe, zumal wenn die in der Nebenreaktion gebildeten Stoffe schädlich auf die Leimung wirken oder wiedergewonnen werden sollen.

Betreffs Herstellung bestimmter Färbungen dienen folgende Angaben (nach Abadie durch Hoyer):

Gelb. Ein feuriger Ton wird erhalten, wenn man dem Stoff vor dem Leimen erst Bleizucker, dann Kaliumbichromatlösung zusetzt. Auch kann man warme Lösungen der Chrom- und Bleisalze, unter Zusatz von Soda, in einem besonderen Gefäss mischen, das Kaliumnatriumacetat von dem Niederschlag trennen, diesen waschen und dann in den Holländer geben. Von wasserlöslichen gelben Farbstoffen kommen Pikrinsäure, Naphtalingelb, Quercitron, Orleans etc. in Betracht.

Durch gefällte Eisenoxyde erhält man Abstufungen zum Braun.

Braun wird meist mit Catechu gefärbt, wobei Kaliumbichromat, Eisen- und Kupfervitriol, Alaun etc. als Beizen dienen.

Zu Rothfärbungen gebraucht man vielfach Eisenoxyd (Hämatit, Ocker, Terra Sienna etc.); mehr noch Karmin. Auch Fuchsin, Naphtalinroth, Eosin etc. wird verwendet.

Für Blau sind Ultramarin und Cyaneisenfarben in Gebrauch, welch' letztere häufig erst in der Fabrik aus Eisensalzen und Ferroresp. Ferrricyankalium dargestellt werden. Als lösliche Farben dienen Kornblau, Marineblau etc.

Eine grüne Färbung wird durch Mischung rother und gelber Farben hergestellt.

Schwarz färbt man das Papier durch Einwirkung von Blauholzextrakt auf Kupfer-, Chrom- oder Eisensalze resp. mit Gerbstofflösungen und letzteren.

III. Papierbereitung.

Aus dem im Holländer genügend zu Ganzstoff zerriebenen Stoff, der in gewünschter Weise gemischt, geweisst oder gefärbt und geleimt ist, erhält man das eigentliche Papierblatt durch nachstehende Operationen:

a) Herstellung einer Stoffmilch verschiedener Konsistenz, aus welcher Knoten, Sand etc. zu entfernen sind;

b) Entfernung des Wassers und Verfilzung der Fasern zu feuchtem Papier von bestimmter Form;

c) Abnahme des Papiers von der Form und Abpressen des Wassers (Kautschen);

d) Trocknen des Papiers;

e) Abnahme des Papiers nebst Glätten, Zerschneiden und Leimen.

Die Vornahme dieser Operationen erfolgt

A. durch Handarbeit;

B. durch Maschinenapparat.

1. Die Handarbeit ist wesentlich durch die Fabrikation mit der Maschine verdrängt worden und daher hier nur kurz zu behandeln.

Die Einzelmanipulationen sind entsprechend den oben gegebenen Stadien der Papierbildung folgende:

Schöpfen. Der Holländerinhalt wird in einen grossen Behälter (Zeugkasten) gegeben, von dem aus der Stoff in einen Trog, Bütte, abgelassen und hier in geeigneter Weise mit Wasser gemischt wird. Zur Entfernung der stets im Holländerstoff noch befindlichen Nähfaden und Knoten dient ein Cylindersieb, ähnlich dem später beschriebenen Knotenfänger (s. S. 278). Das eigentliche Schöpfen nimmt der Arbeiter mit einem über einen viereckigen Holzrahmen gespannten, feinmaschigen Sieb, der Form, vor, das die Grösse des gewünschten Bogens hat. Dasselbe wird senkrecht in die Bütte getaucht, im Papier in horizontale Lage gebracht und vorsichtig in dieser Lage gehoben. Sobald das Wasser abläuft, muss — zur gleichmässigen Verfilzung der Fasern — ständig geschüttelt werden, bis ein zusammenhängendes Blatt entsteht. Damit beim Schütteln nicht der Papierbrei von der Form abläuft, wird sie gleich beim Eintauchen in die Bütte mit einem Rahmen (Deckel) bedeckt; derselbe bewirkt ferner, dass stets gleich viel Papierbrei auf die Form kommt, so dass die Bogen gleichmässig dick ausfallen. Je nachdem das Sieb gross- oder kleinmaschig ist, wird das Papier glatt, velinförmig oder gerippt. Die häufig auf dem Papier angebrachten Wasserzeichen werden durch Erhöhungen im Sieb hervorgerufen.

Kautschen. Das nach dem Schütteln erhaltene nasse, weiche Papierblatt nimmt man durch einen Filz von etwas grösserem Format vom Sieb ab, indem man letzteres, vom Deckel befreit, auf diesen presst. Auf das Papierblatt legt man wieder einen Filz, presst hierauf von Neuem ein Blatt etc. und erhält in dieser Weise ein hohes Pack von Filzen und Papierblättern, das Pauscht genannt wird.

Das Ablegen des Bogens von der Form, das Kautschen (Gautschen) nimmt ein zweiter Arbeiter vor, der dem Schöpfer in die Hände arbeitet: beide können per Stunde 400 bis 500 Bogen mittlerer Grösse anfertigen.

Das Pressen dient zum weiteren Entfernen des Wassers; zu dem Zweck wird der ganze Pauscht mit gewöhnlich 182 Filzen und 181 Blättern in einer Schraubenpresse zusammengedrückt, bis kein Wasser mehr abläuft. Jetzt sind die Blätter fest genug, um vom Filz abgenommen zu werden; man legt sie zu einem Stoss, dem weissen Pauscht, zusammen.

Getrocknet werden sie in besonderen Trockenräumen bei ca. 15 bis 18°, in denen man immer 3 bis 4 Bogen über einander auf Schnüre aus Hanf, Flachs etc. legt, die der Fäulniss widerstehen und auf dem Papier keine Flecke machen.

Das Leimen findet mit einer Lösung von thierischem Leim statt, die zur Ganzleimung etwa 8 % desselben enthält, sowie etwa 5 % Alaun. In die im Leimbottich befindliche Lösung taucht der Arbeiter 50 bis 100 Bogen auf einmal ein und schwenkt sie so lange, bis sie gleichmässig benetzt sind.

Den überschüssigen Leim entfernt man durch Pressen von je etwa 2000 Bogen und nimmt die noch etwas feuchten Blätter zum Trocknen aus einander. Damit hierbei ein Schimmeln nicht erfolgt, setzt man der Leimlösung zuweilen noch Abkochungen von aromatischen Kräutern, insbesondere von Thymian, ätherische Oele etc. hinzu. Ein Zusatz von Stärkekleister zum Leimwasser macht das Papier glänzender.

Das Zurichten bezweckt die Ausscheidung des schadhaften, insbesondere mangelhaft geleimten Papiers, ferner das Glätten der Oberfläche, das durch schwaches Befeuchten und folgendes Trocknen und Pressen erfolgt. Zum Glätten lässt man auch die Bogen im Satinirwalzwerk zwischen Walzen aus Hartgusseisen und stark zusammengepresstem Papier laufen.

Schliesslich wird das Papier zur bequemeren Versendung noch gefaltet, bisweilen an den Rändern beschnitten und verpackt.

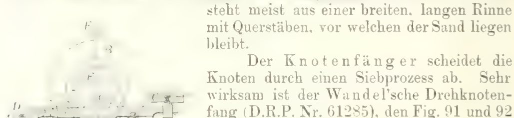
2. Die Maschinenarbeit bietet im Wesentlichen dieselben Vorgänge wie die Handarbeit dar, doch gestattet sie die ununterbrochene Reihenfolge der oben beschriebenen Einzelprozesse. Die zur Verfilzung geeignete Papiermasse liefert die Bütte mit den Regulatoren zur geeigneten Mischung des Stoffes, sowie die Sand- und Knotenfänger.

Die Bütte führt kontinuirlich der Maschine einen Stoff zu, dessen Beschaffenheit von der Art des fabrizirten Papiers abhängig ist, der aber stets gleichartig und in genügender Menge vorhanden sein soll. Die Bütten müssen deshalb sehr gross (von 9 bis 10 cbm Inhalt) sein und durch ein Rührwerk ist der Stoff ständig in Bewegung zu halten, damit er sich nicht zu Strähnen, Knoten, Fäden (Katzen) zusammenballt.

Die nöthige Verdünnung, um auf der Maschine verarbeitet zu werden, erhält der Stoff in besonderen Mischkästen, die von den Regulatoren gespeist werden. Man unterscheidet Gefäss- und Durchflussregulatoren: erstere entnehmen der Bütte durch ein Rad mit Schöpfeimern den Stoff; letztere füllen sich regelmässig mit bestimmten Mengen desselben durch die Wirksamkeit von Ventilen, die durch Schwimmer oder dergl. ausgelöst werden. Im Mischkasten wird der aus der Bütte regelmässig zugeleitete Stoff vortheilhaft mit

demjenigen Wasser verdünnt, welches von den Sieben abläuft und noch Fasern, Leim, Farbe etc. enthält; es muss zu dem Ende durch eine Pumpe hochgehoben werden.

Der Sandfänger soll die im dicken Stoff schwebenden, im verdünnten ausfallenden sandartigen Verunreinigungen abscheiden und besteht meist aus einer breiten, langen Rinne mit Querstäben, vor welchen der Sand liegen bleibt.



Der Knotenfänger scheidet die Knoten durch einen Siebprozess ab. Sehr wirksam ist der Wandel'sche Drehknotenfang (D.R.P. Nr. 61285), den Fig. 91 und 92 zeigen.

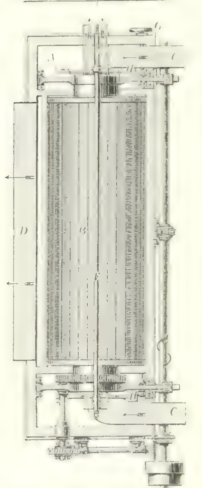


Fig. 91 u. 92. Drehknotenfang von Wandel.

A ist ein Kasten von Eichenholz oder Gusseisen, in welchem ein Cylinder *B*, der an seiner Manteloberfläche mit Schlitzen versehen ist, sich unter schüttelnder Bewegung langsam dreht. Der Stoff wird durch die Zuleitungsrinnen *C* von beiden Seiten in den Cylinder eingeführt, durch die Schlitzöffnungen der Cylinderoberfläche durchgeschüttelt, und gelangt so gereinigt über die Auslaufrinne *D* auf die Papiermaschine. Die zurückgehaltenen Knoten und Unreinigkeiten werden bei der langsamen Drehung des Cylinders durch die an der Innenseite desselben angebrachten Rippen in die Höhe gehoben und durch das Wasser des Spritzrohres *E* in die Rinne *F* gespült, von wo sie seitlich aus dem Apparat abfliessen.

Um die Schüttelung, je nachdem der zu verarbeitende Papierstoff es erfordert, während des Betriebs beliebig verstärken oder vermindern zu können, ist an der Seite des Knotenfangkastens ein Handrädchen *G* angebracht. Durch Drehen desselben nach rechts oder links wird unter beiden Lagerhebeln des Cylinders gleichzeitig ein Mechanismus *H* gehoben oder gesenkt, der den Schlag dieser Hebel auffängt und so jederzeit ein genaues Reguliren der Hubhöhe der Lagerhebel gestattet, während durch Gummipuffer, welche in diese Vorrichtung eingesetzt sind, der unangenehme Lärm des Schlages verhindert wird.

Das Sieb, auf welchem die erste Bildung des Papierblattes erfolgt, die Form, stellt ein Drahtgewebe ohne Ende von 1,5, seltener 2 bis 3 m Breite dar, dem ständig vom Mischkasten der Papierstoff zugeführt wird. Je nachdem dass Sieb als Band ohne Ende zwischen zwei parallelen Walzen läuft oder die Form eines Cylinders hat, unterscheidet man Langform, Cylinderform, Hand- oder Rahmenform.

Die Anordnung des ersteren zeigt Fig. 93 und 94 nach Hofmann (Handb. S. 233). Der Weg, den das ständig sich bewegende Siebtuch macht, ist durch die Pfeile angegeben: er geht von der Tragwalze *A* (der sogen. Brustwalze), über welche das Papierzeug zufliesst, zu den

kleinen Walzen B (Registerwalzen), die für eine völlig ebene Oberfläche des Siebes Sorge tragen, dann zur Gautschwalze C und von hier über D nach A zurück (Fig. 94). Die Bewegung wird dem Sieb durch Walze C ertheilt, die übrigen Walzen diene nnur zum Tragen.

Die Walzen ruhen in einem Gestell, dessen oberer Theil von der Stange E gebildet wird (Fig. 93); diese kann sich am einen Ende um H' horizontal bewegen, am anderen wird sie durch den Pfosten F seitwärts geschwungen, wodurch die erforderliche Rüttelung des Siebes erfolgt. Die beiden Endpfosten F und das Gestell H sind derart verbunden, dass der bewegliche, von E begrenzte Theil der Maschine ein festes Ganzes bildet. Die Schüttelung desselben findet dadurch statt, dass F an der Triebseite der Maschine (vergl. Fig. 93) eine Verlängerung T' hat, die durch die Verbindungsstange T mit dem exzentrischen Zapfen T_2 hin und her bewegt wird. Der Antrieb durch den Motor erfolgt durch eine vertikale Achse innerhalb der eisernen Säule. Das mit der Hand zu bewegende Schwungrad T_3 dient zur Einleitung der Bewegung. Das oberhalb A auffliessende Zeug breitet sich auf dem Sieb aus und wird um so wasserärmer, je mehr es sich von der Auffliessstelle entfernt, und schliesslich fliesst kein Wasser mehr ab; alsdann wird die Papiermasse von der Walze C (zum Gautschen) abgenommen, da ein weiterer Transport derselben unnütz wäre.

Denselben Effekt wie bei dieser Einrichtung erreicht man auch durch Anwendung

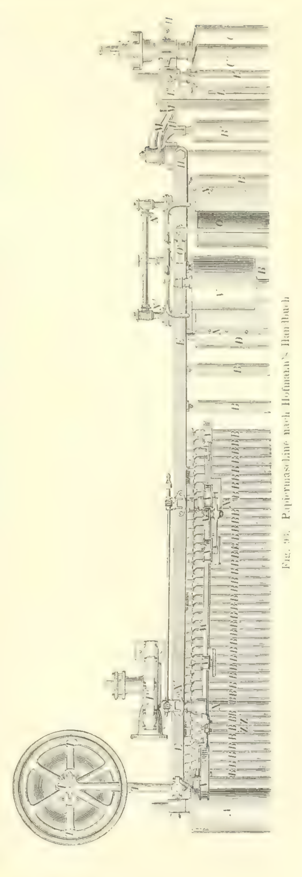


Fig. 93. Papiermaschine nach Hofmann's Handbuch

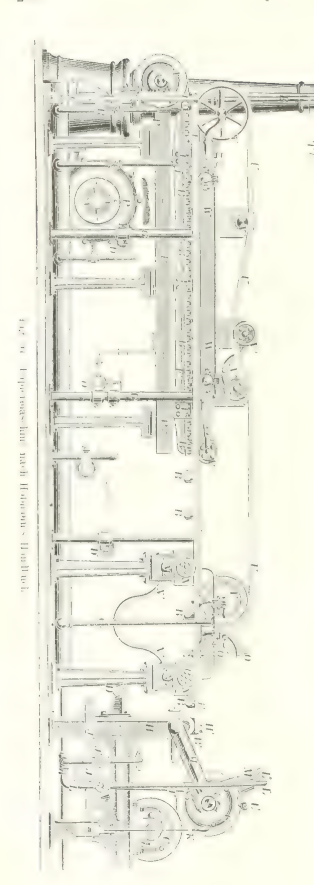


Fig. [illegible]. Papiermaschine nach Hofmann's Handbuch.

horizontaler Riemenscheiben, die mit Kurbel und Zugstange dem Siebtisch die Rüttelbewegung direkt ertheilen (s. auch Fig. 98).

Die Funktionen des Dekkels beim Büttenpapier erfüllen hier die Deckelriemen U, die das Zeug an den Seiten begrenzen und fest auf dem Sieb liegen müssen, damit die Papierränder scharf ausfallen. Vortheilhaft macht man sie aus Kautschuk, auch gefirnisster Barchent ist zu verwenden. Ihre Führung erhalten sie durch die Rollen V und V', die auf den Wagen W liegen und nach der Mitte der Papierbahn hin verschoben werden können, um die Breite des herzustellenden Papierblattes ganz beliebig verändern zu können.

Ein Regulator gleicht ein Schieflaufen des Metalltuches nach rechts oder links in Folge der schnellen Bewegung desselben (ca. 10 m per Minute) dadurch aus,

dass der hierdurch entstehende einseitige Druck die Walzen automatisch entsprechend verstellt.

Die Saugkästen N tragen wesentlich zur Wasserentziehung bei. Indem sie nach unten durch Röhren N' mit einem luftverdünnten Raum in Verbindung stehen, nach oben der Luft nur durch das Metalltuch resp. das Papierblatt Zutritt gestatten, saugen sie aus diesem Wasser heraus. Bedeckt sind die Kästen mit durchlochten Metall- oder Kautschukplatten. Die Luftverdünnung bewirkt man durch die mannigfachsten Mittel: Absaugung durch Abfliessen des Wassers mit einem Heberrohr (Kaufmann's Saugwanne), Pumpen, Ventilatoren, Injektoren etc.

Die Siebwalze (Egouteurwalze) O innerhalb der beiden Saugkästen dient zur dichteren Vereinigung der Fasern und speziell zur Herstellung eines gerippten Papiers und zum Eindrücken der Wasserzeichen. Das feinmaschige Metallsieb, wie es zur leichten Bewegung innerhalb der Walzen erforderlich ist, liefert das sogen. Velinpapier. Ihre Bewegung erhält die Siebwalze durch das Sieb selbst und zur leichten Beweglichkeit ruhen ihre Tragzapfen in Schlitzen; zur Reinhaltung ihrer Oberfläche von Fasertheilchen etc. dient ein Filzstreifen, der auf Leiste O^1 genagelt ist. Soll Velinpapier fabrizirt werden, so überzieht man die Walze mit demselben Metalltuch, aus dem das Sieb besteht.

Die Cylinderform hat gegenüber der Langform die Nachtheile, dass zur Entwässerung nur eine kleinere Oberfläche geboten ist, will man nicht unverhältnissmässig grosse Dimensionen anwenden, und dass ferner die Vertilzung unvollkommener ist, da sich eine Rüttelung nur schwer ausführen lässt (vergl. D.R.P. Nr. 5017; 28300; Hoyer S. 39). Man wählt im Allgemeinen gröber gemahlenen Stoff, der also leichter zu entwässern ist, und kann hieraus aber nur gewöhnliches Papier herstellen.

Die Hand- oder Rahmenformen sind viereckige Rahmen, mit denen das Papier in Nachahmung der Handarbeit geschöpft wird. Sie wird in letzter Zeit ziemlich häufig angewendet.

Das Papierblatt, wie es die Walze C verlässt, muss zunächst gepresst werden, und die Form passirt daher die Kautschpresse $C'C''$ (Fig. 94), auf welcher dem Papier so viel Wasser entzogen wird, dass es sich darnach vom Sieb abnehmen lässt.

Die Walzen sind meist aus Metall und mit nahtlosen Filzschläuchen überzogen; die untere wird auch mit gutem Erfolg aus Holz hergestellt. Die Pressung von C'' auf C' erfolgt durch das Gewicht J, das durch Hebel J' und J'' auf den Träger von C' wirkt.

Zum ständigen Waschen des Filzes von C'' dient das Spritzrohr L; das Waschwasser entfernen Walze L' und Schaber L''. Letzterer wird unter Vermittelung von M' durch N gehalten, so dass er auch beim Ausheben der Walze stets an diese gedrückt bleibt. Durch Hebel K wird eine Kuppelung ein- und ausgerückt, durch welche Walze C' und mit ihr das Sieb in Bewegung zu setzen ist.

Das Papier enthält nach dem Verlassen der Kautschpresse noch ca. 84 % Wasser, von dem man ca. 30 % durch das Nasspressen zwischen Walzen entfernt. Nachdem der Bogen hinter $C''C'$ von der Form gelöst ist (s. Fig. 95), wird er durch ein über die Walzen H laufendes Filzband ohne Ende, Nassfilz, der ersten Presse $A'A$

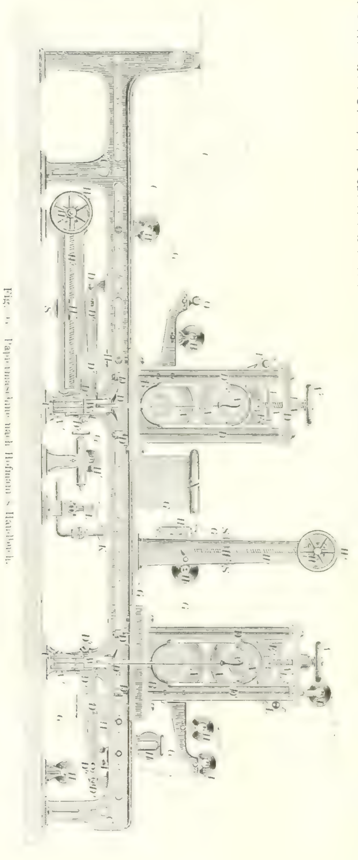


Fig. [illegible] Papiermaschine nach Hofmann's Handbuch.

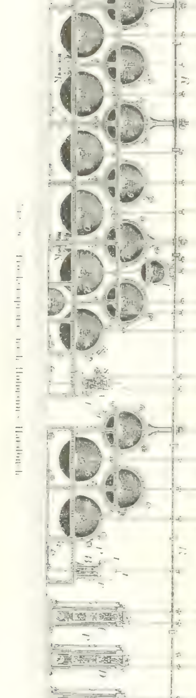
zugeführt, die aus einer Metall- und einer mit Filz überzogenen Walze besteht. Wenn auch der erforderliche Druck schon durch das Gewicht der oberen Walze zuweilen hervorgerufen wird, so vergrössert man ihn doch meist durch Schrauben oder durch Hebelgewichte. Der Hebel, auf welchem sich das Gewicht D^7 verschieben lässt, ruht in einem Zapfen am unteren Ende des Hängers D^5 und drückt durch einen gemeinsamen Stift D^6 auf das freie Ende des um D^4 drehbaren Hebels D^3. Von diesem Hebel D^3 wird der Druck mittelst eines gusseisernen Kreuzkopfs D^2 auf die beiden Zugstangen D^1, und durch den Deckel D und die als Stift dienende Schraube A^2 auf das Deckellager der Walze A übertragen. Damit sich der Druck unbehindert auf die Walzen fortpflanzen kann, darf der Deckel D nur in A^2 einen Stützpunkt finden, aber nirgends das Gehäuse B berühren. Soll ein Filz gewechselt werden, so wird bei vielen Maschinen die obere Walze A mit einem Hebel aufgehoben, und durch untergeschobene Holzstücke in dieser Lage erhalten. Zur Beseitigung dieses

zeitraubenden und rohen Verfahrens dient die Schraube A^2, welche sich in dem Gewinde des Deckels D drehen lässt und deren Fuss mit dem Decklager der Walze verbunden ist. Das Halblager ergänzt sich durch einen von unten daran geschraubten, um den unteren Theil des Zapfens gelegten eisernen Halbreif, welcher die Walze A zwingt, den Bewegungen der Schraube A^2 zu folgen. Will man die Walze heben, so hat man nur nöthig, die zu beiden Seiten befindlichen Handrädchen A^3 zu drehen.

Die obere Walze jeder Presse ist mit einem Schaber versehen, welcher die Aufgabe hat, sie rein zu halten und das an der Oberfläche haftende Papier abzulösen und zu sammeln. Er hat eine gusseiserne Unterlage E^1, welche etwas länger als die Walze ist und mittelst Zapfen in den an die Gehäuse B geschraubten Trägern E lagert. Eine dünne Platte von Stahl, Messing oder Hartgummi ist in solcher Weise an E^1 befestigt, dass sie der Walze ihrer ganzen Länge nach anliegt. Damit die vordere Kante dieser Platte sich fest an die Walze schliesst, wird mittelst der Hebel E^2 und Gewichte E^3 an beiden Enden ein schwacher Druck auf den Schaber geübt. Um die Walzen weniger abzunutzen, lässt man die Schaber sich hin- und herbewegen.

Die Filze sind mit punktirten, das Papier mit vollen Linien, und seine Bewegungsrichtung durch Pfeile angegeben. Das Papier läuft durch die erste Presse in derselben Richtung wie auf dem Metalltuch, wobei seine untere Seite auf dem Filze liegt und rauh bleibt, während die obere durch die unmittelbare Berührung der Presswalze verdichtet und geglättet wird. Um beide Seiten annähernd gleich glatt zu erhalten, lässt man das Papier umgekehrt durch die zweite Presse gehen, so dass die Seite, welche auf dem ersten Nassfilz lag, mit der zweiten Presswalze in Berührung kommt. Um dies zu ermöglichen, trägt der Nassfilz G das Papier unter der zweiten Presse durch, bis zu einer Stelle, wo es von Hand abgenommen, über die Walzen I geführt, und auf den zweiten Filz G' gelegt wird. Dieser Filz G' führt das Papier umgekehrt in die zweite Presse, wo es sich an die obere Walze anhängt und mit ihr aufwärts umläuft, bis es wieder von Hand abgenommen und über eine oberhalb der Presse befindliche Walze I nach den Trockencylindern geleitet wird. Die Bestandtheile beider Pressen sind entsprechende und deshalb mit gleichen Buchstaben bezeichnet.

Ausser den Streckwalzen, welche den Filz der Breite nach spannen, müssen noch in Folge der ständigen Streckung der Filze im Betrieb, Spannwalzen S angebracht werden. Dieselben schaltet man da ein, wo die Filze scharfe Wendungen machen. Die beiderseitigen Lager H^2 jeder Spannwalze laufen auf langen Schrauben H^4, welche durch konische Rädchen H^3 mittelst einer gemeinschaftlichen Welle von dem Handrädchen H^5 aus gedreht werden. Die Filze können hierdurch um die doppelte Länge der Schrauben H^4 gedehnt werden. Es ist jedenfalls, und besonders bei der ersten Presse, zweckmässig, die Schrauben so lang als möglich zu machen, damit Filze von etwas verschiedener Länge verwendet und auch ausgenützt werden können. Ferner ist jeder Filz mit einer oder zwei Leitwalzen (Führungswalzen) H' versehen, welchen hier genau dieselbe Aufgabe zufällt, wie denen des Metalltuches. Wenn z. B. der Filz sich nach der Arbeitsseite hin verschiebt, rückt der Maschinenführer das vordere Ende der Leitwalze H'



in der Richtung vor, in welcher der Filz läuft, bis er wieder in die richtige Lage zurückkehrt, er schraubt es aber in entgegengesetzter Richtung, wenn der Filz nach der Triebseite hin abfällt.

Die Filze füllen sich bei der Benutzung allmählich derart mit Farbe, Leim etc., dass man sie reinigen muss. Hierzu kann man einen kräftigen Wasserstrahl gegen die Oberfläche des Filzes richten oder man behandelt sie in einem mit der Maschine verbundenen Trog mit stark verdünnter Sodalauge, die in einem Waschtrog sorgfältig zu entfernen ist. Am gründlichsten reinigt man die ausgeschalteten Filze in einer besonderen Waschmaschine mit Lauge.

Das von den Nasspressen kommende Papier kann von seinem, immer noch etwa 50 % betragenden Wassergehalt nur durch Wärme befreit werden; hierzu dienen die Trockenapparate. Dieselben bestehen im Wesentlichen aus mehreren hohlen Cylindern (Trockentrommeln), die durch Dampf geheizt werden; die Ausnutzung der Wärme ist natürlich abhängig von dem Theil der Oberfläche, mit welchem das Papier in Berührung kommt. Ferner ist es erforderlich, das Papier an das Metall anzudrücken, zu welchem Zweck Filze (Trockenfilze) dienen, für sehr dickes Papier auch Drahtgewebe. Man benutzt entweder eine grosse Zahl Trommeln von geringem Durchmesser oder im Allgemeinen lieber eine kleine Anzahl von grossem Durchmesser.

Eine empfehlenswerthe Anordnung nach Hofmann zeigt Fig. 96. Die Papierbahn *P* kommt von den Pressen in der Richtung des Pfeils auf den Cylinder *1* und wird dort unter die Greifwalze *a* geschoben, welche man mit einem Hebel ausser Eingriff mit dem Cylinder setzt, sobald das Papier eingelaufen ist; dieselbe dient zugleich als Luftwalze, indem sie das Eindringen von Luft zwischen Papier und Cylinder und damit die Bildung von Blasen im Papier hindert. Das Papier durchläuft dann der Reihe nach die nackten Cylinder *1* und *2*, die mit Filz umhüllten *3* bis *14*, Feuchtpresse *A*, die

mit Filz versehenen Cylinder *15* bis *18*, Feuchter *B* (s. w. u.), drei Kalander *C*, *D*, *E* und wird bei *H* aufgerollt; nur *1* und *2* sowie Feuchtpresse *A* sind mit hin- und hergehenden, von Schraubenrädern getriebenen Schabern *s* versehen. Die Antriebswellen der Cylinder sind auf der Triebseite in Gestellansätzen *K* gelagert. Für die Filze der Cylinder *11* und *13*, sowie *12* und *14* sind Trockencylinder *F* vorgesehen, alle anderen Filze arbeiten ohne Trockner. Der Dampf wird von der Röhre *R* zugeführt; abgeleitet wird er durch andere Röhren.

Betreffs der Glättvorrichtungen *C*, *D* und *E*, sowie des Aufrollapparats *H* vergl. w. u.

Die amerikanische Aufstellung der Cylinder in einer Horizontalreihe ist sehr übersichtlich, beansprucht aber auch den grössten Raum, und glättet das Papier nur einseitig, da es nicht gewendet wird.

Das von dem letzten Trockencylinder kommende Papier kann direkt auf die Haspel gerollt werden; von dieser kommt es auf die Längs- und Querschneider (Druck- und Schreibpapier) oder auf die Rollapparate (Tapeten-, Zeitungspapier etc.).

Häufig nimmt man jedoch vorher noch das Anfeuchten (Matrissiren) und das Glätten (Satiniren) vor. Die Feuchtapparate bezwecken, dem fast völlig wasserfrei gemachten Papier etwa 4 bis 6 % Feuchtigkeit zu geben, wodurch die durch das Trocknen geschädigte Leimfestigkeit wieder hergestellt wird. Man befeuchtet durch Dampf, fein verspritztes Wasser und feuchte Walzen. Zum Glätten dient ein eisernes Walzwerk, das vor dem letzten Trockencylinder eingeschaltet ist und erwärmt wird. Zur Erreichung einer noch vollkommeneren Wirkung ist eine zweite Walzenpresse mit mindestens drei Walzen (Rollenkalander) hinter dem letzten Trockencylinder angebracht. Lässt man zwei der Walzen, von denen eine aus Papier besteht, mit grösserer Geschwindigkeit als die andere rotiren, so wird eine gewisse Reibung des Papiers und dadurch ein höherer Glanz hervorgebracht. In dieser Art wirken die Glanz-, Reibungs- oder Friktionskalander, von denen Fig. 97a und 97b (eine von J. Eck & Söhne [durch Hofmann] ausgeführte Konstruktion) eine Vorstellung geben. *A* und *C* sind Baumwollwalzen, *B* ist die Reibungs-Hartgusswalze, *D* die untere Hartguss-Tragwalze. Das Papier wird von *E* abgerollt, geht über die Breithalterwalzen *O* und *P*, zwischen Walzen *B* und *C* durch, über Führungswalzen *Q R*, und wird bei *E'* wieder aufgerollt. Es wird von der Walze *C* mit deren Umfangsgeschwindigkeit mitgenommen, während die darüber liegende Reibungswalze *B* sich bedeutend schneller dreht und dadurch die gewünschte Reibung auf dem Papier hervorbringt. Um das Verhältniss der Geschwindigkeiten der Walzen *B* und *C* zu ändern, braucht man nur deren Zahnräder *L* und *M* auszuwechseln. *Q* und *R* sind Leitwalzen zur Führung der Papierbahn, *F G'* und *G* Riemscheiben für langsamen und schnellen Gang des Kalanders. Die beiden Hartwalzen *B D* sind zum Heizen mit Dampf eingerichtet. Die obere Walze *A* soll gleichmässigen Druck auf die ganze Fläche der dünnen Reibungswalze *B* üben, um störendes Federn oder Durchbiegen derselben zu verhindern. Auch wird damit die schon durch Dampf erhitzte Walze *B* von unmittelbarer Zapfenbelastung befreit und die Belastung von der dickeren, langsamer laufenden Walze *A*

übernommen. Die untere Tragwalze D verhindert in gleicher Weise Durchbiegen und Federn von C. Der erforderliche Druck wird durch das Gewicht der Walzen und durch belastete Gewichtshebel ausgeübt. Die Reibungswalze B erhält ihre Bewegung von den Zahnradpaaren $J\,H$ und $J^1\,H^1$ an beiden Enden zugleich; die untere Tragwalze D wird von H aus durch Vermittelung der Räder $K\,L\,M$ getrieben. Die Reibung oder Voreilung der Walze B kann dadurch vermehrt oder vermindert werden, dass man die untere Tragwalze D und damit auch C langsamer oder rascher laufen lässt und zu diesem

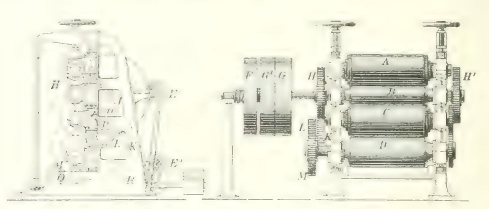


Fig. 97. [illegible] Reibungskalander [illegible]

Zwecke die Räder $L\,M$ auswechselt. Soll der Reibungskalander nur mit Druck arbeiten, so braucht man nur das Zahnrad L auszuschalten, welches der Reibungswalze B die raschere Bewegung übermittelt. Dann hat nur die untere Walze D noch unmittelbaren Antrieb, die auf ihr liegenden Walzen $C\,B\,A$ werden mit gleicher Umfangsgeschwindigkeit mitgenommen, und man führt das Papier zwischen A und B ein.

Kräftiges Papier, z. B. starkes Tauenpapier, muss sehr stark angefeuchtet werden (bis zu 30% Wasser), damit es die zur Annahme von Hochglanz erforderliche Weichheit erhält. Will man das Papier dann rasch wieder trocknen, so wird es über die geheizte Walze D statt über die Führungswalze Q geleitet, ehe man es aufrollt.

Zum Schneiden des endlosen Papiers in der Längsrichtung für die Herstellung schmaler Rollen zur Tapetenfabrikation etc. dienen die Längsschneider nach Art der Kreisscheeren.

Zum Zerschneiden des Papiers in der Querrichtung dienen die Querschneider, die im Gegensatz zu obigen nicht kontinuirlich wirken.

Ein zusammenfassendes Bild aller Einzelheiten der Papiermaschine gibt Fig. 98, die neueste Konstruktion einer Langsiebpapiermaschine von F. W. Strobel (Chemnitz). Nach den obigen Ausführungen sind hier nur die Einzeltheile der Maschine aufzuführen. Es bedeutet:

1 Die Rührbütte mit liegender Welle, eisernen Rührlattenflügeln, Schöpfrad und Ausflusskasten (zur Stoffregulirung eingerichtet);

2 ein freistehendes Schöpfrad für Wasser;

3 den hölzernen Sandfang mit eisernen Seitenwänden, auf eisernem Gestell mit Einlaufkasten, zum Umkippen eingerichtet;

4 zwei Knotenfänger (*a* und *b*); Antrieb derselben erfolgt von unten durch stählerne Schläger zum gleichmässigen Schlagen der Fläche;

5 die Schüttelmaschine mit gusseisernem Ständer, Friktionskonus und Stufenscheibe;

6 Die Langsiebpartie für ein 2 m langes, 1,6 bis 2,6 m breites Sieb mit Auflaufkasten, beweglichem Schüttelständer mit stellbaren Lagern für 6 Siebleitwalzen; Schienen mit Lagern für 28 Registerwalzen, ferner mit 6 Siebtischwalzen, 1 Siebwalze (6 c), 2 Gautschwalzen (6 d), Friktionseinrichtungen zum langsamen Ingangsetzen des Siebes und Anordnung zum bequemen Einziehen desselben etc. etc.;

7 drei Nasspressen (7 e, 7 f und 7 g) mit eisernem Untergestell und einseitig offenen Walzenständern zum bequemen Einziehen der Filze; 2 Paar Presswalzen und Schabern für die Oberwalzen. Die zweite Presse hat Steiffilzeinrichtung und geht rückwärts, damit das Papier auf beiden Seiten gleichen Druck erhält;

8 den Trockenapparat mit 7 Trockencylindern (8 h, i, k, l, m, n, o) und 2 Filztrockencylindern (8 p und 8 q); das Papier kommt abwechselnd mit jeder Seite auf die Cylinderoberfläche;

9 den Feuchtglätter, aus 2 polirten Hartgusswalzen bestehend;

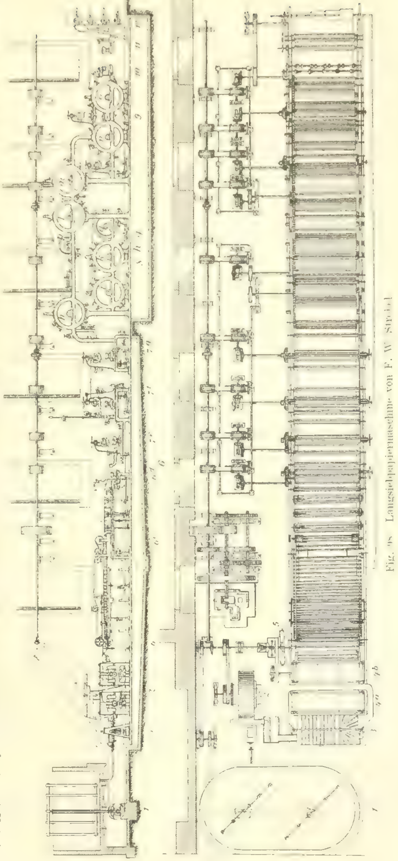


Fig. 98. Langsiebpapiermaschine von F. W. Strobel.

Maschinen	Trockencylinder für Papier: Anzahl	Papier: Durchmesser m	Filz: Anzahl	Filz: Durchmesser m	Annähernde Produktionsfähigkeit. Fertiges Papier in kg bei 24stündiger Arbeitszeit. Arbeitsbreite¹) in m: 1,000	1,250	1,500	1,750	2,000	2,250	2,500
Langsiebpapier-maschinen	3	1,000	1	0,6	900—1125	1125—1400	1350—1700	1575—2000	1800—2250	2025—2500	2250—2750
	4	"	2	0,6—0,5	1200—1500	1500—1875	1800—2250	2100—2625	2400—3000	2700—3375	3000—3750
	5	"	3	0,6—0,5—0,5	1500—1875	1875—2350	2250—2800	2625—3275	3000—3750	3375—4200	3750—4700
	6	"	3	"	1800—2250	2250—2800	2700—3400	3150—4000	3600—4500	4000—5000	4500—5600
	4	1,250	2	0,6—0,5	1500—1875	1875—2350	2250—2800	2625—3275	3000—3750	3375—4200	3750—4700
	5	"	3	0,8—0,6—0,5	1875—2350	2250—2800	2625—3275	3000—3750	3375—4200	3750—4700	4500—5600
	6	"	3	"	2250—2800	2800—3525	3375—4200	3950—4900	4500—5625	5000—6300	5625—7000
Seidenpapier-maschinen	1	1,900	—	—	—	700—1100	900—1325	1100—1550	1250—1750	1350—1950	
	1	2,000				750—1175	950—1400	1150—1625	1350—1850	1475—2075	
Strohpapiermaschin	1	1,570			800—1000	1000—1250	1250—1500	1400—1750	—	—	—
Strohpappen-maschinen	1	1,570	—	—	2250—3500	2800—3800	3200—4600	3900—5450	4300—6250	4900—7000	—
	5	"	—	—	2800—3800	3450—4850	4200—5850	4900—6850	5600—7800	6300—8700	—
	6	"	—	—	3500—4550	4400—5750	5400—7000	6300—8200	7200—9300	8000—10400	—
	6	2,000	—	—	4300—5600	5300—6900	6200—8100	7100—9300	8000—10400	8800—11500	—
	ohne Trockenapparat				3000	3750	4500	5250	6000		—
Cylinderpapier-maschinen	3	1,000	1	0,5	850—1000	1050—1250	1250—1500	1450—1750	—	—	—
	4	"	2	"	1100—1300	1350—1650	1650—2000	1900—2300	—	—	—
	3	"	1	"	900—1100	1150—1400	1350—1700	1500—1900	—	—	—
	4	"	2	"	1150—1400	1500—1800	1800—2250	2100—2500	—	—	—
	ohne Trockenapparat				600—1000	750—1250	900—1500	1000—1700	—	—	—

¹) Beschnittene Papierbreite.

10 das **Längsschneidzeug**, aus 2 Messerwellen mit Papierleitwalzen bestehend;
11 den **Feuchtapparat**, einen Wasserkasten mit kupferner Feuchtwalze;
12 einen Aufrollapparat.

Eine Vorstellung der Leistungsfähigkeit der Maschinen gibt die S. 288 befindliche Uebersicht aus dem Katalog der Maschinenfabrik von F. W. Strobel (Chemnitz).

Leimen des Maschinenpapiers. Um dem Maschinenpapier die Vorzüge des thierisch geleimten Papiers zu ertheilen, muss man dasselbe nach der Fertigstellung mit Leimlösung behandeln, denn beim Leimen im Stoff würden sich Siebe und Filze bald verstopfen. Die **Leimlösung** wird aus dem sogen. **Leimgut** (rohen Häuten mit 50 % Leim, Abfällen von Weissgerbereien mit 45 % etc.) bereitet (Jagenberg, Thier. Leimung d. Papiers 1878), indem man 500 kg, mit Wasser übergossen, 1½ bis 2 Tage stehen lässt, es dann im Wasserstrahl wäscht und nun mit angesäuertem Wasser behandelt. Nach dem abermaligen Waschen wird bei ca. 50° mit Dampf gekocht

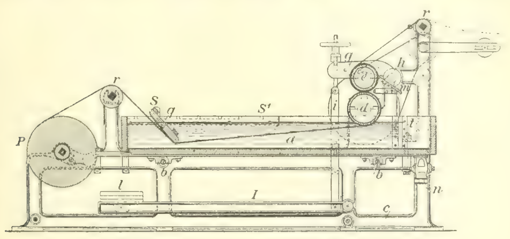


Fig. 99. Leimmaschine von F. Flinsch.

und eine klare, helle Lösung abgezogen. Der Kochprozess wird noch zweimal wiederholt, worauf der Rest bei ca. 80° eine unreinere Leimlösung für gewöhnlichere Papiere liefert. Die Stärke der Lösung wird nach der Konsistenz der beim Erkalten entstehenden Gallerte beurtheilt; konzentrirte Lösungen leimen zwar kräftig, dringen aber schwerer in das Papier ein und müssen wärmer verwendet werden wie dünnere, die sich auch leichter abpressen lassen. Die Leimlösung muss, um einen unlöslichen Ueberzug auf dem Papier zu liefern, noch mit ca. 1,5 bis 2 % Alaun versetzt werden. Für feinere Papiersorten gibt man ihr noch vortheilhaft ca. 1 % Seife zu. Das Papier nimmt die Leimung am besten auf, wenn es vorher keine Stoffleimung erhalten hat.. Doch wendet man häufig eine solche an, da man die Lösung dann stärker verdünnen und mit dem Papier leichter operiren kann.

Die **Leimmaschine**, die man hinter den Trocknern einschaltet, besteht aus dem Eintauchapparat, der Presse und dem Trockenapparat.

Der erstere ist ein Trog mit Leimlösung von 40 bis 80°, durch welchen Walzen die Papierbahn in einer bestimmten Zeit hindurchführen, die abhängig von der Konzentration der Lösung und der ge-

gewünschten Leimung ist. Eine bewährte Konstruktion von F. Flinsch (Offenbach) ist in Fig. 99 abgebildet. Das Papier wickelt sich von der Rolle P ab und gelangt von der ersten Leitwalze r aus in die im Kasten a durch eine Heizschlange gleichmässig erwärmte Leimlösung. Diese steht in dem hölzernen, mit Kupferblech ausgeschlagenen, auf Querstangen b ruhenden Kasten stets bis zur Höhe der Ueberlaufswand t. Das Papier wird von dem Spannbrett q tief eingetaucht gehalten und geht zwischen den Walzen d und e durch, über die zweite Leitwalze r weg zum Trockner. Die gusseiserne, mit Gummi überzogene Walze d ruht in festen Lagern der Gestelle c und ist zum Antrieb mit Fest- und Losscheibe versehen. Die auf ihr liegende gusseiserne Walze e mit Kupfermantel lagert in Hebeln g, die sich in h drehen und durch Stangen i, Hebel k und Gewichte l mehr oder weniger belastet, d. h. nach unten gedrückt werden können. Schaber m dient zum Reinhalten der Walze e. Das Spannbrett q ruht mit seinen Drehzapfen s in Lagern, die sich in der Längsrichtung bis zum Punkt s^1 verschieben lassen. Wenn das Spannbrett bei s^1 liegt, durchläuft das Papier die kürzeste Strecke in der Leimlösung. Durch Verstellung des Spannbretts q hat man es also in der Hand, die Zeit des Eintauchens zu regeln. Ausserdem kann man mit Hilfe der Kegelriemscheiben, welche zum Antrieb der Maschine dienen, das Papier langsamer oder rascher durchziehen und es dadurch mehr oder weniger Leim aufnehmen lassen.

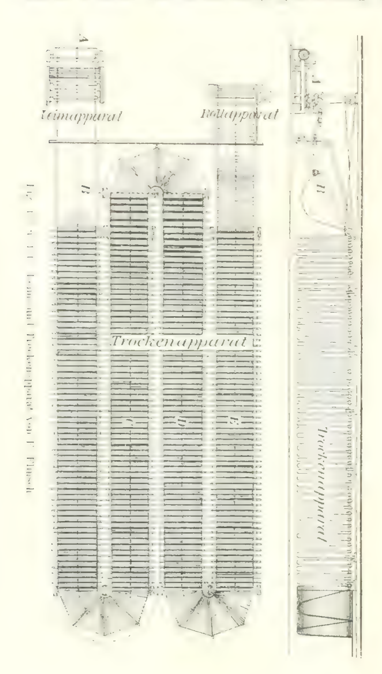


Fig. 99. Leim- und Trockenapparat von F. Flinsch.

Das von der Presse *dc* kommende Papier gelangt zur Trocknung vortheilhaft in einen Apparat, wie er von F. Flinsch (Fig. 100 und 101) konstruirt ist. Hier bewegt sich das Papier auf hölzernen Stäben vorwärts, die von einer Kette ohne Ende geführt werden. In der oben abgebildeten Anordnung liegen auf der Bahn des Papieres drei Umkehrungen. Nachdem die Stäbe von der Leimmaschine aus das Papier empfangen haben, tragen sie es durch die ganze Aufhängemaschine, bis sie an der Rollmaschine angelangt sind, wo sie in einen Köcher fallen, der sie ihrem Ausgangsort — zur Ausführung eines neuen Kreislaufes — wieder zuführt. Der Weg des Papieres geht von *A* (Leimmaschine) durch *B*, *C*, *D*, *E* (Aufhängevorrichtung an Stäben) nach *H* zum Aufrollapparat.

Da die thierische Leimung grosse Vortheile gegenüber der vegetabilischen zeigt, so hat man gesucht, im Stoff mit einer der animalischen Leimung ähnlichen Masse zu leimen. Als solche hat man angefangen, Ammoniumalbumin zu verwenden, einen gallertartigen Körper, der aus fettfreiem Käse (Quark) und Ammoniak entsteht. Derselbe wird mit Harzleim zusammen in den Holländer gebracht. Zillibiller in Aschau (Bayern) fabrizirt jährlich 140000 kg Ammoniumalbumin zur Papierleimung (Chem. Z. 1895. 10311).

Pappefabrikation.

Papierblätter von besonderer Festigkeit und etwa von 0,5 bis 5,0 mm Stärke bezeichnet man als Pappe.

Für Bilderkartons und Spielkarten benutzt man Stoff von nicht wesentlich anderer Zusammensetzung wie für gutes Papier, während für Buchdeckel etc. viel minderwerthigere Sorten benutzt werden. Kochen und Bleichen des Stoffes ist meist überflüssig. Wollene und seidene Hadern, Holzschliff, Sulfitcellulose, Strohstoff bilden die Hauptbestandtheile. Für feste Pappen, Pressspähne etc., müssen langfaserige, minderwerthige Hadern (Taue, Stricke) benutzt werden, die vorher auf dem Stampfwerk zu zerkleinern sind. Gefärbt wird vielfach, geleimt selten; für Pressspähne verwendet man zum Leimen vielfach eine Wachsseife, die man durch Alaun fällt.

Die Handpappe kann man durch Schöpfen mit Formen ähnlich wie beim Büttenpapier herstellen, die Verfilzung ist indess unvollkommen und der Prozess theuer. Vortheilhafter ist es, geformte Blätter von gewöhnlicher Dicke nach ihrer Bildung auf einander zu legen und durch Pressen zu vereinen: gekautschte Pappe. Der geschöpfte Bogen wird hierbei von der Form nicht durch Filz, sondern einen bereits vorher geschöpften Bogen abgekautscht, mit diesen zwei Bogen nimmt man wieder einen neuen, eben geschöpften Bogen von der Form und fährt in dieser Art fort, bis die gewünschte Pappendicke erreicht wird. Die Weiterbehandlung durch Pressen, Trocknen und Glätten wird wie oben ausgeführt.

Die Glanzpappe (Pressspähne) wird im Stoff geleimt und mit Thon etc. gefüllt.

Die geleimte Pappe ist die feinste und wird durch Uebereinanderleimen von fertigem Papier hergestellt. Auf die zugeschnittenen Bogen trägt man mit einer Bürste Kleister auf und klebt so

viel Lagen auf einander, bis die gewünschte Dicke erreicht ist. Vortheilhaft wird das Papier bahnenweise geleimt; ein geeigneter Apparat (Rollenklebmaschine) von F. Flinsch (Offenbach) ist in Fig. 102 im Durchschnitt abgebildet. Zwei Walzen von genau gleichem Durchmesser, die durch entsprechende Vorrichtungen sehr leicht in ihren Achsenrichtungen verstellt werden können, pressen die zwei Bahnen Papier gleichmässig zusammen, während der Kleister auf den Papierbahnen in der durch die Walzen gebildeten trichterförmigen Oeffnung liegt. Das Heraustreten des Kleisters nach der Seite wird durch Seitenwände verhindert. Die seitliche Verschiebbarkeit der Walzen hat den Zweck, die Papierbahnen so einzustellen, dass sich die Ränder genau decken. Das fertig geklebte Papier wird unten auf Hülsen von ungefähr 20 bis 25 cm Durchmesser wieder aufgerollt, in Bogen geschnitten und getrocknet, oder, noch besser, in geeigneten Aufhängeapparaten getrocknet.

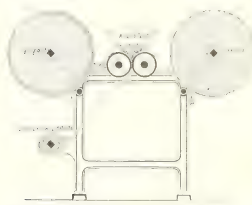


Fig. 102. Rollenklebmaschine von F. Flinsch.

Die Maschinenpappe stellt man auf Maschinen her, die im Wesentlichen vereinfachte Papiermaschinen darstellen. Besonders haben sich die Cylindermaschinen ohne Rüttelung bewährt. Vortheilhaft arbeitet man mit einer Maschine mit 3 bis 4 Cylindersieben, die eben so viel Papierbahnen liefert; dieselben werden zusammengepresst und getrocknet; vergl. Kaufmann's Pappmaschine (D.R.P. Nr. 4144; D. 237. 447).

Buntpapier

ist auf einer, seltener auf beiden Seiten mit ein- oder mehrfarbigem Ueberzug versehen. Die Farben sind meist Lacke, die vorzugsweise mittelst Thonerde, Zinnoxyd und Stärke erhalten werden. Bei Anwendung von Farbholzbrühen (Kreuzbeeren, Quercitron, Karmin, Krapp, Rothholz etc.) versetzt man dieselben erst mit Alkali und dann mit Alaun oder Zinnsalz oder verfährt umgekehrt. Aus Theerfarbenlösung erhält man meist den Lack, wenn man sie erst mit Stärke einige Zeit digerirt und dann Alaun und Soda zusetzt. Auch kann man fein zerriebene Stärke allein mit konzentrirter Farblösung in Rolltrommeln oder dergl. durchtränken. Häufig rührt man auch in die Lösung, nachdem der Farbträger (Thonerde, Gyps etc.) hineingegeben ist, einen Körper ein, der dem Farbstoff das Lösungsmittel entzieht, so dass derselbe ausfällt; beispielsweise scheidet man aus alkoholischer Lösung durch Wasserzusatz einen wasserunlöslichen Farbstoff aus. Wie die Farben verwendet man zum Bedecken des Papiers auch Blattmetall, Glimmersplitter (Krystallfarben) und Wollstaub (Holzwolle). Als Klebemittel dient thierischer Leim, der je nach dem zu erzielenden Glanz in 5- bis 8%iger Lösung benutzt wird. Auf 5 Thle. Leim setzt man etwa 1 Thl. Alaun zu.

Auch Gummi arabicum, Stärke, Dextrin, Galle (beim

Marmoriren) und Firniss, Wasserglas und Caseïn werden angewandt.

Die Farben werden in Kegel- oder Walzenmühlen fein zerrieben, worauf man zuerst mit wenig Klebemittel einen dünnen Schlamm herstellt und diesem allmählich die gesammte Menge zusetzt. Zur Entfernung unzerriebener Theile treibt man die Mischung noch durch ein feines Sieb.

Zum Auftragen der Farbmischung dienen meist: a) Bürsten, Schwämme, Filze, wenn grössere Flächen gleichmässig gefärbt werden sollen (schlichtes Buntpapier); b) Druckplatten oder Druckcylinder, wenn man kleinere Flächen in scharf begrenzter Form färbt (gemustertes Buntpapier).

Die Färbemaschine gibt dem Papier die Farbe durch einen Filz, der beispielsweise als Band ohne Ende läuft und dann wird die aufgetragene Farbe durch Bürsten verschlichtet. Eine entsprechende Konstruktion von F. Flinsch (Offen-

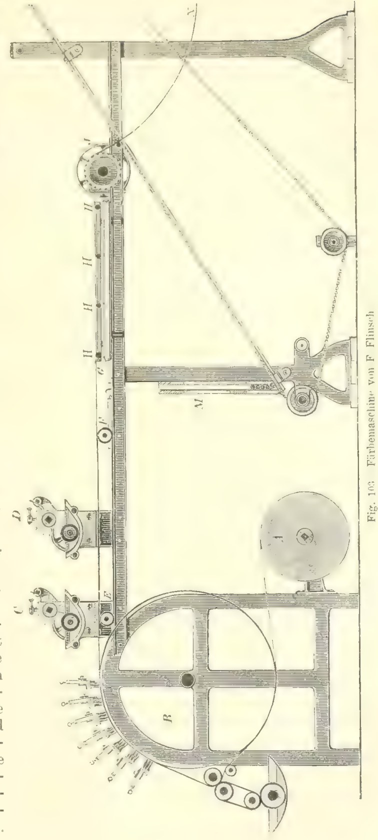


Fig. 103. Färbemaschine von F. Flinsch.

bach) zeigt Fig. 103. Das weisse Papier rollt von A ab, wird durch den endlosen Filz, der aus einem Gefäss mit Farbe gespeist wird, gefärbt, hierauf auf der Trommel B fortgeführt, gebürstet und vom Transportirtuch EF weiter geleitet. Bei N kommt es auf den oben beschriebenen Trockenapparat (S. 290), von dem die Kette ohne Ende mit Stäben und Stabbehälter M hier mit abgebildet sind. H ist eine Walze, die ein gleichmässiges Durchziehen des Papiers bewirkt. Die Färbemaschine B ist gleichzeitig mit den Marmorirapparaten C und D versehen. Damit beim Aufhängen die von ihnen aufgespritzte Farbe nicht abläuft, wird das Papier erst über eine geheizte Platte G geleitet. Das Glätten des Papieres erfolgt im Friktionskalander. Der matte, atlasartige Glanz des Satinpapieres (Glacépapier) wird durch Bürstensatinirmaschinen hergestellt. Eine Konstruktion nach Flinsch (Offen-

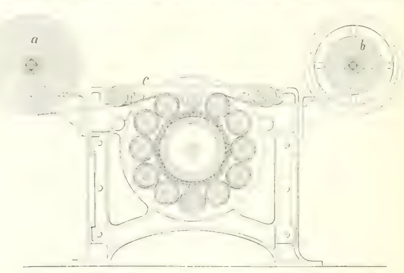


Fig. 104. Burstensatinirmaschine von Flinsch.

bach) zeigt Fig. 104. Das schwach angefeuchtete Papier läuft von Rolle a ab, wird bei c mit Talkpulver bestreut und dann um 12 mit Filz überzogene Walzen geleitet, die es an 6 Stellen gegen eine schnell rotirende Bürstenwalze pressen, bei b wird es aufgerollt.

Zum Schutz gegen äussere Einflüsse versieht man das Papier noch mit einem Ueberzug von Lack oder Gelatine.

Als Gaufriren bezeichnet man das Einpressen bestimmter Formen in das Papier, durch welches man besondere Effekte erzielt.

Die Tapetenfabrikation

ist als eine besondere Art der Buntpapierherstellung zu betrachten und hier nur kurz zu erwähnen. Die einzelnen Operationen sind das Grundiren, die Herstellung eines farbigen Ueberzuges auf dem Papier, das Glätten im Kalander, das Bedrucken mit den verschiedenen Mustern und das Nacharbeiten durch Vergolden, Herstellung eines Sammetüberzugs, Pressen, Firnissen etc.

Pergamentpapier.

Taucht man reines ungeleimtes Papier in Schwefelsäure von 60° Bé. ein, so geht ein Theil der Cellulose in einen stärkeartigen Körper,

Amyloid [1]), über, der einen gelatinösen Ueberzug auf den gleichzeitig aufgequollenen Fasern bildet und diese gewissermassen verleimt. Das Papier wird hierdurch gleichmässiger und durchsichtiger (pergamentartig); die Festigkeit hat um das Drei- bis Vierfache, das spezifische Gewicht um ca. 30 bis 40 % zugenommen, während die Dicke um ca. 30 bis 40 % sich verringert hat (Lüdicke, D. 220. 381). Das zur Fabrikation des Pergamentpapiers erforderliche Material darf weder geleimt noch gefüllt sein. Meist verwendet man Papier aus langfaserigen Hadern, sowie Holz- und Strohcellulose.

An Stelle der Säure verwendet man auch Chlorzinklösung oder Kupferoxydammoniak. Nach dem Verfahren von J. Wood (Wilmington) wird Baumwolle, Papier- oder Holzstoff in ein Bad von in Wasser gelöster Harzseife getaucht. Als Harzseife dient die gewöhnliche Harzseife des Handels, welche aus Harz, Oel oder Talg, und Soda oder Pottasche besteht. Das Bad muss etwa die Konsistenz von Milch haben. Ist der Stoff durch und durch getränkt, so wird er in einem warmen Raum aufgehängt, bis er nahezu trocken ist, und sodann, noch etwas feucht, in ein Bad von Chlorzink getaucht. Das Chlorzinkbad wird vorher bis zu einer Stärke von 65 bis 70 ° Bé. eingekocht und bei einer Temperatur von etwa 38 ° verwendet. Nach Passiren des Chlorzinkbades wird der Stoff über oder durch heisse Walzen geführt, sodann abgekühlt und in reinem Wasser gewaschen, um jeden Ueberschuss an Harzseife oder Chlorzink zu entfernen. Man hängt den Stoff nun in einem heissen Raum zum Trocknen auf, gibt ihm sodann einen Ueberzug von Oel, vorzugsweise Paraffinöl, und lässt ihn schliesslich durch einen Kalander laufen. Der Stoff ist zähe und nicht dem Brechen ausgesetzt; er kann gewaschen und gebügelt werden. Die Zeit des Eintauchens schwankt von 3 bis 12 Sekunden, je nach der Dicke des Papiers.

Zum Behandeln mit Säure ist von Fritsch (D.R.P. Nr. 29395; vergl. D.R.P. Nr. 31749 f. Arnold) eine Maschine konstruirt, die das Papier von der Rolle abzieht, durch Säure führt, wäscht, in ein alkalisches Bad bringt, wieder wäscht und dann trocknet und glättet.

Verwendung findet das vegetabilische Pergament als Ersatz des thierischen, als Diaphragma für die Osmose, für häusliche Zwecke etc. Gefärbtes und gaufrirtes Pergamentpapier dient als künstliches Leder etc.

Geräthe aus Papierstoff

speziell zum Gebrauch in Laboratorien stellt M. A. Petit (Papierztg. 1892. 58) aus 85 Thln. Holzschliff und 15 Thln. Hadern her. Die Gegenstände werden aus dem Papierstoff durch Luftsaugung oder Schleudern geformt und theilweise in freier Luft, schliesslich in einem heissen Luftstrom getrocknet. Dann kommen sie in einen hermetisch verschliessbaren eisernen Cylinder von 2 cbm Inhalt, wo sie 4 Stunden lang einem Vakuum ausgesetzt bleiben, wonach man eine auf 75 ° erhitzte Flüssigkeit von folgender Zusammensetzung einfliessen lässt: Petroleum 1000 l, Harz 250 kg, Leinöl 360 kg, Paraffinöl 25 kg. In dieser Flüssigkeit bleiben die Gegenstände 1/4 Stunde und kommen dann in einen ähnlichen Cylinder, der auf 100 ° erwärmt wird und in

[1]) Nach Girard (Am. ch. et ph. [5] 24. 337; D. 159. 218) entsteht eine oberflächliche Schicht von Hydrocellulose.

welchem die flüchtigen Theile der Tränkflüssigkeit ausgetrieben werden, um verdichtet und von Neuem verwendet zu werden. Die jetzt trockenen Waaren werden 4 bis 5 Stunden in einem auf 75° erhitzten Ofen der Einwirkung eines Stromes ozonisirter Luft ausgesetzt, welche das in die Poren gedrungene Oel oxydiren soll. Dann werden sie 1 Stunde lang in ein Bad aus 100 Thln. Leinöl, 5 Thln. Ricinusöl, 15 Thln. Harz getaucht, nochmals dem ozonisirten Luftstrom ausgesetzt, und sollen dann undurchdringlich, biegsam und säurefest sein.

Papierprüfung (nach Herzberg, Papierprüfung, Berlin 1888). Ausser der Art der zur Papierbereitung verwendeten Hadern resp. Surrogate spielen für die Haltbarkeit und Dauerhaftigkeit des Papieres die Festigkeit, die Dehnbarkeit und das Gewicht die Hauptrolle. Leimung, Asche und etwaige saure Reaktion sind weiterhin zu berücksichtigen.

1. Ermittelung der Stoffzusammensetzung. Die Feststellung der Fasern, aus denen das Papier zusammengesetzt ist, erfolgt am sichersten mit dem Mikroskop. Um das Papier in die geeignete Form zu bringen, kocht man eine gute Durchschnittsprobe mit verdünnter Natronlauge, wäscht den Stoff gut aus und zertheilt ihn noch weiter durch Zerreiben oder dergl.

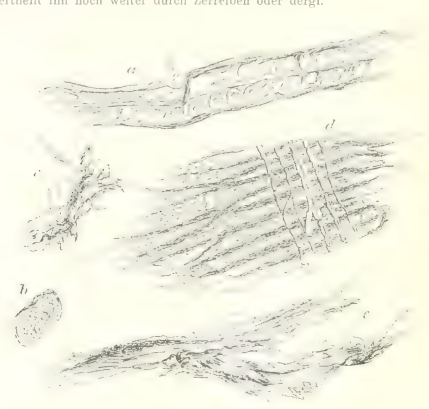


Fig. 105. Holzschliff.

Beim Behandeln mit Jodjodkaliumlösung zeigen die verschiedenen Fasern charakteristische Färbungen: gelb wird Holzschliff und Jute; braun wird Holz-, Stroh-, Espartocellulose; farblos bleiben Baumwolle, Leinen und Hanf.

a) Holzschliff[1]) (Fig. 105) ist durch die Holzzellen mit den behöften Poren (Tüpfel *b*), die Radialwände sowie die Markstrahlzellen (*d*) auffällig. Gefügelose Faserbruchstücke zeigen *c* und *e*. Farbereaktionen liefert der Holzschliff mit salzsaurem Phloroglucin (roth), schwefelsaurem Anilin (gelb) etc. Wurster (B. 19. 321) weist im Papier Holzschliff nach, indem er einen angefeuchteten Streifen

[1]) Die mikroskopischen Bilder sind nach den Herzberg'schen Lichtdrucken geschnitten.

Papier, das mit einer Lösung von Dimethylparaphenylendiamin getränkt ist, zwischen das ebenfalls angefeuchtete Papier legt; dasselbe wird bei Anwesenheit von Holzschliff roth gefärbt.

Zur annähernden quantitativen Bestimmung des Holzschliffs kann eine kolorimetrische Prüfung unter Zugrundelegung der Farbereaktionen dienen, ferner gibt das mikroskopische Bild Anhaltspunkte zur Abschätzung der vorhandenen Menge.

b) Jute findet, da sie nur schwer zu bleichen ist, selten für feinere Papiere Anwendung. Das mikroskopische Verhalten s. Herzberg (l. c.).

c) Baumwolle (Fig. 106) stellt die Samenhaare verschiedener Gossypiumarten dar; die Fasern sind einzellig, ohne Querwände. Charakteristisch ist ferner die Streifung der Zellwände.

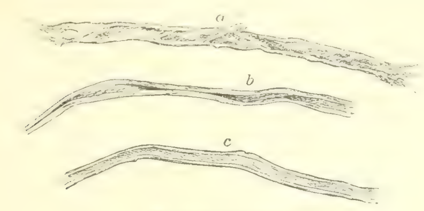


Fig. 106. Baumwollfasern.

Leinen, die Bastzellen vom Flachs, das theuerste Rohmaterial der Papierfabrikation, erkennt man an den knotenartigen Auftreibungen der Fasern, sowie an dem engen Hohlkanal der Zelle (Fig. 107).

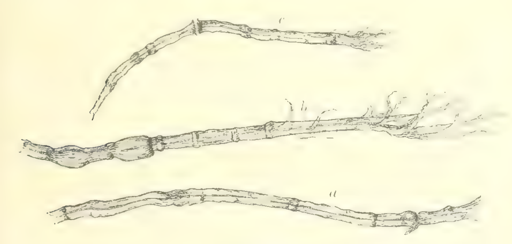


Fig. 107. Leinen.

Hanf liefert ein sehr festes, widerstandsfähiges Papier. Die Fasern sind von denen des Leinen nur sehr schwer zu unterscheiden.

Nadelholzcellulose zeigt im Wesentlichen dieselben Merkmale wie der Holzschliff, nur treten dieselben in Folge der chemischen Behandlung weniger deutlich hervor.

Laubholzcellulose ist schwierig zu erkennen; die Zellen sind dünnwandiger und nicht getüpfelt.

Strohcellulose (Fig. 108) fällt durch die charakteristischen Zellen der Epidermis (*a*, *b*, *c*) auf; mehr als diese finden sich jedoch die Bastzellen (*d*, *e*), die

[illegible] Hohlkanal und Verdickung ausgezeichnet sind. Vielfach kommen auch Parenchymzellen (*f*, *g*) mit einfachen Poren vor, die ein wichtiges Merkmal gegenüber der sonst sehr ähnlichen

Alfa-(Esparto-)Cellulose bieten. Letztere findet in Deutschland nur beschränkte Verwendung.

2. Ermittelung der Asche (Füllstoffe). Unter Berücksichtigung der den Fasern eigenthümlichen Asche und der durch die Leimung und Färbung

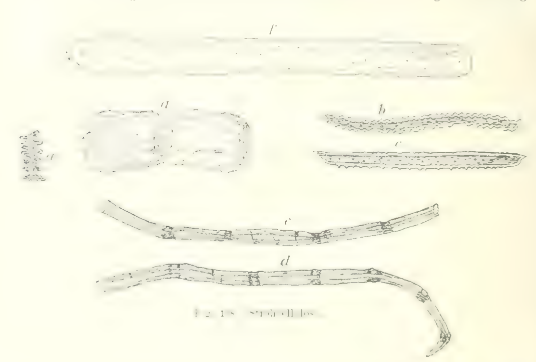


Fig. [illegible] Strohcellulose.

hineingebrachten Mineralstoffe kann ein Papier wohl 3% Asche hinterlassen. Was darüber sich vorfindet, dürfte im Allgemeinen durch die Füllstoffe (Thon, Schwerspath, Gyps etc.) hineingebracht worden sein. Die Veraschung nimmt man zweckmässig mit einer Reimann'schen Substitutionswaage (Herzberg S. 37) vor. In dieser wird erst 1 g Papier in einer Glasröhre abgewogen, dieses in einer Platinhülse verascht und die Asche wieder in der Glasröhre abgewogen; daraus ergibt sich ohne Weiteres der Aschengehalt. Zuweilen ist zur Ermittelung des Füllstoffes oder des anorganischen Farbstoffes die Analyse der Asche geboten.

3. Leimung. Eine Leimung mit Stärke kann an der Blaufärbung durch Jod erkannt werden. Thierischer Leim reduzirt bei Siedehitze gelbes Quecksilberoxyd zu schwarzem Metall. Empfindlicher ist die Prüfung mit Gerbsäure, die den wässerigen, leimhaltigen Auszug des Papiers trübt. Harzleimung erkennt man beim Extrahiren des Papieres mit Alkohol und Versetzen der Lösung mit Wasser, wobei eine milchige Trübung entsteht.

Ueber die seltener erforderliche quantitative Bestimmung der Leimmittel vergl. Herzberg (l. c.).

Die Leimfestigkeit ermittelt man nach Leonhardi, indem man auf der Vorderseite des Papiers Striche mit Eisenchloridlösung aufbringt und es auf der Rückseite mit ätherischer Tanninlösung behandelt. Die Striche dürfen sich bei leimfestem Papier nicht auf der Rückseite mit schwarzer Farbe markiren. Andere Verfahren s. Herzberg.

Chlor und freie Säure finden sich nur selten im Papier vor. Ersteres weist man mit Jodjodkaliumstärke nach, letzteres durch Kongoroth, das durch freie Säure, aber nicht durch Alaun blau gefärbt wird. Lackmus ist nicht zu verwenden, da es durch Alaun geröthet wird. Man stellt einen wässerigen Auszug des Papieres dar und prüft denselben mit einem Papier, das mit Kongoroth gefärbt ist.

Festigkeit und Dehnung. Zur Ermittelung der Festigkeit des Papieres dienen zwei Methoden:

1. Man misst die Kraft, die zum Zerreissen von Streifen bestimmter Dimensionen erforderlich ist; hierbei findet man zu gleicher Zeit die Dehnung des Papieres im Moment des Zerreissens.

Um sichere Werthe zu erhalten, müssen die Prüfungen mit mehreren Streifen und zwar in der Maschinen- und in der Querrichtung[1]) vorgenommen werden. Nach Herzberg arbeitet man mit je 10 Streifen in beiden Richtungen. Als zweckmässige Dimension hat sich das Format 180 × 15 mm erwiesen.

Als praktischer Festigkeitsprüfer ist der von Wendler konstruirte zu empfehlen. Er besteht im Wesentlichen aus dem Antrieb, der Vorrichtung zum Einspannen, Kraftübertragen und Messen von Kraft und Dehnung (Abbildung und Beschreibung nach Herzberg l. c.).

Der Antrieb (vergl. Fig. 109) erfolgt durch ein Handrad a, welches bei vielen Apparaten durch Schneckenrad und Schraube s ersetzt worden ist. Der Zapfen dieses Rades dreht sich in dem Lager l, welches mit dem Bett d aus einem

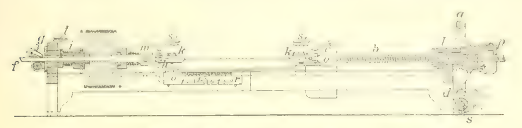


Fig. 109. Festigkeitsprüfer von Wendler.

Stück hergestellt ist. In diesem Zapfen, welcher ausgebohrt ist, wird die Schraube b, welche mit dem Schlitten c fest verbunden ist und mit deren Hülfe die Fortbewegung des Schlittens ermöglicht wird, geführt. Am Handrade befindet sich eine Mutter, bestehend aus der Hülse p und zwei Gewindebacken, welche durch einen Kurvenschub geöffnet bezw. geschlossen werden können, je nachdem die Bewegung des Schlittens direkt mit der Hand oder mit Hülfe des Handrades bewirkt werden soll. Bei einer Rechtsdrehung der Hülse wird die Verbindung geschlossen, d. h. das Gewinde der Backen greift in die Vertiefungen der Schraube, umgekehrt wird bei einer Linksdrehung die Verbindung geöffnet.

Die Einspannvorrichtung besteht aus zwei Klemmen k und k_1, welche erstere am Wagen w, letztere am Schlitten c befestigt ist. Zwischen den Backen dieser Klemmen wird der zu untersuchende Papierstreifen eingespannt. Die Backen der Klemmen sind normal zur Zugachse wellenförmig ausgearbeitet und mit Leder gefüttert, um ein Rutschen des Streifens in den Klemmen zu verhindern. Die Backen selbst werden durch Schrauben s_1 und s_2 zusammengepresst.

Die Kraftübertragung geschieht bei diesem wie bei den meisten derartigen Apparaten vermittelst Spiralfedern, deren der Wendler'sche zwei von 9 resp. 20 kg Maximalkraftleistung besitzt. Die Feder wird an einem Ende durch die Hülse i gehalten, welche mit dem Bett d fest verbunden ist; am anderen durch den Wagen w. Die Zahnstange f ist mit dem Wagen w fest verbunden und wird durch die Hülse i geführt. Mit dem Bett durch Schrauben verbunden sind die Sperrklinken g, welche in die Zähne der Zahnstange greifen und, sobald das Papier gerissen, die Feder am Zurückschnellen hindern.

Die Kraftmessung geschieht in folgender Weise: Der Wagen schiebt mit Hülfe des Hebels h den Schleppzeiger z vor sich her über den Kräftemassstab r und besitzt eine Nullmarke, unter welcher man auf r die Bruchbelastung in Kilogrammen nach dem Zerreissen des Papieres ablesen kann.

Die Dehnungsmessung erfolgt durch die gegenseitige Verschiebung von Zeiger und Nullmarke des Schlittens; auf ersterem ist der Dehnungsmassstab 0 angebracht, der nach den Prozenten einer normalen Streifenlänge von 180 mm

[1]) Um zu ermitteln, welches die Längs- und Querrichtung im Papier ist, kann man zwei Streifen der Länge und der Breite nach aus dem Blatt schneiden und beide in Wasser legen. Derjenige Streifen, der sich am meisten ausgedehnt hat, markirt die Querrichtung, da sich in dieser die Fasern am meisten ausdehnen.

getheilt ist. Nach dem Zerreissen des geprüften Streifens liest man direkt auf dem Massstab die prozentische Dehnung ab.

Andere Apparate konstruirten Hartig-Reusch (Beschreibung s. Herzberg l. c.) und Andere.

Die gefundene Bruchfestigkeit gibt zum Vergleich verschiedener Papiere noch keinen Anhaltspunkt, da sie insbesondere von der Dicke derselben abhängig ist. Man hat daher den Begriff der Reisslänge eingeführt, d. h. derjenigen Länge eines Papierstreifens von beliebiger Dicke und gleichmässiger Breite, bei welcher derselbe in Folge seines eigenen Gewichts am Aufhängepunkt abreissen würde.

Die Berechnung der Reisslänge aus der Bruchbelastung setzt die Kenntniss des Gewichtes des Probestreifens in Grammen voraus. Wenn dasselbe g ist, ferner der Streifen 0,18 m lang ist und p die Bruchbelastung in Grammen ist, so gilt die Beziehung:

$$\frac{\text{Länge}}{\text{Gewicht}} = \frac{0{,}18}{g} = \frac{l}{p} \text{ resp. die Reisslänge } l = \frac{0{,}18}{g} \cdot p.$$

Der Quotient $\frac{0{,}18}{g}$ wird Feinheitsnummer des Papieres genannt und ist für die üblichen Werthe von g (0,100 bis 0,419 g) berechnet, so dass die Bruchbelastung leicht in die Reisslänge umzurechnen ist.

2. Eine andere Ermittelung der Festigkeit findet durch die völlig subjektive Prüfung des Widerstandes gegen Zerknittern und Reiben statt. Die 7 Beurtheilungsgrade (0 bis 7) dieses Widerstandes sind wie unten angegeben und bieten zumal für den Praktiker wichtige Handhaben.

Das Papier soll möglichst vor Gaslicht geschützt aufbewahrt werden; elektrisches Licht beeinflusst es nur wenig. Der Grund für das Vergilben des Papieres wird namentlich in der Harzleimung des Papieres gesucht, doch dürfte die Stoffzusammensetzung die wichtigste Rolle hierbei spielen. Reines Lumpenpapier ist am haltbarsten, Holzschliffpapier am leichtesten der Zerstörung ausgesetzt.

Nachdem es sich herausgestellt hatte, dass die von preussischen Behörden benutzten Papiere häufig sehr minderwerthig waren, sind besondere Vorschriften für die Lieferung von Papier zu amtlichen Zwecken erlassen worden.

Die Papiere werden in die nachstehenden vier Stoff- und sechs Festigkeitsklassen eingetheilt und sollen für die verschiedenen Verwendungsarten die angegebenen Eigenschaften besitzen.

Stoffklassen I bis IV.

Klasse I. Papiere, nur aus Hadern, mit nicht mehr als 3% Asche.

„ II. Papiere aus Hadern, mit Zusatz bis zu 25% von Cellulose, Strohstoff, Esparto, aber frei von Holzschliff, mit nicht mehr als 5% Asche.

„ III. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung, jedoch ohne Zusatz von Holzschliff, mit nicht mehr als 15% Asche.

„ IV. Papiere von beliebiger Stoffzusammensetzung und mit beliebigem Aschengehalt.

Jedes Papier muss leimfest sein.

Festigkeitsklassen 1 bis 6.

Klasse	1	2	3	4	5	6	Es bedeutet Widerstand gegen Zerknittern
a) Mittlere Reisslänge in Metern mindest.	6000	5000	4000	3000	2000	1000	0 ausserordentl. gering 1 sehr gering
b) Mittlere Dehnung in Prozenten der ursprünglichen Länge mindestens . . .	4,5	4	3	2,5	2	1,5	2 gering 3 mittelmässig 4 ziemlich gross 5 gross
c) Widerstand gegen Zerknittern . . .	6	6	5	4	3	1	6 sehr gross 7 ausserordentl. gross

Verwendungsklassen, Bogengrössen und Gewichte der Normalpapiere.

Klassenzeichen	Verwendungsart	Eigenschaften: Stoffklasse	Eigenschaften: Festigkeitsklasse	Bogengrösse cm	Gewichte für 1000 Bogen kg	Gewichte für 1 qm g
	A. Schreibpapier:					
1	Für besonders wichtige, auf lange Aufbewahrungsdauer berechnete Urkunden	I	1	33 × 42	15	—
	Ordrepapier (Quart)			26,5 × 42	12	
	Für Urkunden, Standesamtsregister, Geschäftsbücher u. s. w.:					
2a	für erste Sorte	I	2	33 × 42	14	
2b	für zweite Sorte	I	3	33 × 42	13	
	Für das zu dauernder Aufbewahrung bestimmte Aktenpapier:					
3a	für Kanzlei-, Mundir- u. s. w. Papier	II	3	33 × 42	13	—
	Briefpapier (Quart-)			26,5 × 42	10,4	—
	Briefpapier (Oktav-)			26,5 × 21	5,2	-
3b	für Konzeptpapier	II	4	33 × 42	13	—
	Für Papiere, welche für den gewöhnlichen Gebrauch bestimmt sind und nur einige Jahre in Akten u. s. w. aufbewahrt werden sollen:					
4a	für Kanzlei-, Mundir- u. s. w. Papier	III	Reisslänge 3500 m, Dehnung 2,75 %, Widerstand gegen Zerknittern ziemlich gross	33 × 42	12	
	Briefpapier (Quart-)			26,5 × 42	9,6	-
	Briefpapier (Oktav-)			26,5 × 21	4,8	—
4b	für Konzeptpapier	III	4	33 × 42	12	
	Bemerkung. Die unter A. 1 bis 4b gegebenen Vorschriften gelten auch für solche Schreibpapiere, welche gleichzeitig bedruckt werden (Standesamtsregister, Tabellenwerke u. s. w.).					
	Für Briefumschläge, Packpapier etc. und zwar:					
5a	für erste Sorte	II	3	—	-	-
5b	für zweite Sorte	III	5		—	-
	für Briefumschläge (für beide Sorten):					
	1. bis zur Grösse 13 × 19 cm		—	—	—	70
	2. für grössere und solche Umschläge, welche für Geld- und Werthsendungen bestimmt sind	—	—	—	—	115
	für Packpapier:					
	für Klasse 5a	—	—	—	—	130
	für Klasse 5b		—			115

Nr.	Verwendungsart	Eigenschaften: Stoffklasse	Eigenschaften: Festigkeitsklasse	Bogengrösse cm	Gewichte für 1000 Bogen kg	Gewichte für 1 qm g
	Für Papiere, welche zu untergeordneten Zwecken im täglichen Verkehr verwendet werden sollen und an welche Ansprüche auf Dauerhaftigkeit nicht gestellt werden, kann ohne besondere Rücksicht auf eine Festigkeitsklasse gewählt werden	IV	—	—	—	—
	B. Aktendeckel.					
7a	Für Aktendeckel, welche für häufigen Gebrauch und längere Aufbewahrung bestimmt sind . .	I	Reisslänge [illegible] m Dehnung [illegible]	36 × 47	81,2	480
7b	Für Aktendeckel, welche für laufenden Gebrauch bestimmt sind . . .	III	Reisslänge [illegible] Dehnung [illegible]	36 × 47	42,3	250
	C. Druckpapier.					
8a	Für wichtigere, zu dauernder Aufbewahrung bestimmte Drucksachen	I oder [illegible] Asche	4			
8b	Für weniger wichtige Drucksachen	III	4	—	—	—
8c	Für Drucksachen, welche zu untergeordneten Zwecken im täglichen Verkehr verwendet werden sollen, kann ohne Rücksicht auf eine Festigkeitsklasse gewählt werden	IV	—		—	—

Verwendungsart	Gewichte für 1000 Bogen kg	Gewichte für 1 qm g
Für Bücher, Formulare u. s. w. sind in den Fällen, in welchen die normale Grösse Nr. 1 = 33 × 42 nicht anwendbar ist, die nachfolgenden Bogengrössen oder vielfache derselben, in der Regel unter Innehaltung der gleichzeitig angegebenen Einheitsgewichte, zu benutzen		
Nr. 2 = 34 × 43 cm . .	14,6	100
„ 3 = 36 × 45 „ . .	16,2	
„ 4 = 38 × 48 „	18,2	
„ 5 = 40 × 50 „ . . .	20,0	
Nr. 6 = 42 × 53 cm	24,5	110
„ 7 = 44 × 56 „ . .	27,1	
„ 8 = 46 × 59 „	29,9	
„ 9 = 48 × 64 „	33,8	
Nr. 10 = 50 × 65 cm	—	nach Bedarf
„ 11 = 54 × 68 „	—	
„ 12 = 57 × 78 „ . . .	—	

Gegen die in der vorstehenden Tabelle angegebenen Einheitsgewichte darf die Lieferung

a) für Schreib- und Druckpapier um 2,5 %,
b) für Aktendeckel und Packpapier um 4,0 %

nach oben oder unten abweichen, wobei die Riesumhüllung (das zum Verpacken von 1000 Bogen verwendete Umschlagpapier) bei der Gewichtsfeststellung mitgewogen wird.

Wirthschaftliches. In Preussen wurde 1820 die erste Papiermaschine aufgestellt. Es arbeiteten im Jahre:

1837	1846	1860	1875	
22	72	144	513	Papiermaschinen.

Die Zahl der Bütten sank in denselben Jahren (1837/1875) von 722 bis 66. Im Deutschen Reich waren 1878 im Betrieb:

782 Maschinen; 187 Bütten mit	79400	Arbeitern
260 Holzschleifereien mit 600 Apparaten und	4800	„
45 Strohstofffabriken mit 75 Kesseln und	800	„
20 Cellulose- und Ligninfabriken mit 28 Kesseln und	300	„

Nach neuerer Berechnung beträgt die Papierproduktion jeder Art jährlich 1800000000 Pfund. Davon wird die Hälfte zum Drucken, 1/6 zum Schreiben und der übrige Theil für andere Zwecke verwandt. Die Regierungen brauchen 200000000 Pfund, Unterrichtszwecke erfordern 180000000, der Handel braucht 240000000, für industrielle Fabrikate werden 180000000 verwandt, die Privatkorrespondenz nimmt 100000000 in Anspruch und 900000000 gehen in die Druckereien der Welt. Zur Produktion der gesammten Quantität Papier gibt es 3900 Fabriken, in denen 90000 Männer und 180000 Frauen beschäftigt sind. Ausserdem sind noch 100000 Personen thätig, um Lumpen zu sammeln.

Fabrizirt wurden im Jahr 1878 244300 Tonnen Papier. Die Fabrikation betrug in

Frankreich	134700	Tonnen
Grossbritannien	168200	„
Nordamerika	213500	„
Oesterreich-Ungarn	92250	„

1891 resp. 1892 arbeitete man mit

136 resp. 180 Lumpenkochern,
108 Strohkochern,
166 resp. 168 Holzstoff- und Cellulosekochern.

Verbraucht wurden in Deutschland zur Erzeugung des Papieres im Jahre 1878:

Gereinigte, trockene Lumpen	166300	Tonnen
Holzschliff	80000	„
Strohstoff	27200	„
Cellulose	6000	„
Gyps und Thonerde	30000	„
Soda	6600	„
Harz	12200	„
Stärke	6000	„
Alaun und Aluminiumsulfat	12200	„
Ultramarin	670	„

Statistisch nicht nachgewiesen sind die Mengen Fasern aus Alfa, Jute, Nessel etc.

Da für Deutschland der Ueberschuss der Ausfuhr über die Einfuhr 6300 Tonnen betrug, so wurden 238000 Tonnen im Land konsumirt, d. h. pro Kopf der Bevölkerung kommt im

Deutschen Reich	5,6 kg, dagegen in
Frankreich	4,0
Grossbritannien	6,0
Nordamerika	5,0
Oesterreich-Ungarn	2,5

Der Verbrauch in den verschiedenen Sorten des Papieres war in Deutschland (in Tonnen) folgender:

	1840	1878
Schreib- und Briefpapier	6600	71 400
Buch-, Kupferdruckpapier etc. . . .	11 000	119 000
Tapeten, Pack- und Buntpapier . .	2 750	29 750
Pappe, Pressspähne	1 650	17 850

In dem letzten Jahrzehnt ist in Deutschland trotz des wachsenden Konsums durch die zahlreichen Fabriken für Holzschliff und Sulfitcellulose eine gewisse Ueberproduktion hervorgerufen, die zum Export drängt. Andererseits hat aber im Ausland, zumal in Nordamerika, ein derartiger Aufschwung stattgefunden, dass eine Unterbringung der Waare schwer fällt.

Der Import in das deutsche Zollgebiet betrug an Papier [1]), Papier- und Pappwaaren:

Jahr	Tonnen	1000 M.	Jahr	Tonnen	1000 M.
1880	3512	4415	1890	2904	4035
1885	2777	4004	1891	2949	4203
		Papiertapeten.			
1880	118	154	1890	316	379
1885	123	153	1891	373	411

Die Ausfuhr von Papier und Pappe betrug:

Jahr	Tonnen	1000 M.	Jahr	Tonnen	1000 M.
1880	42 658	32 136	1890	70 365	57 768
1885	61 357	51 243	1891	78 746	55 336
		Papiertapeten.			
1880	1 822	1 822	1890	2 582	2 324
1885	2 433	2 919	1891	2 316	2 085
		Andere Papier- und Pappwaaren:			
1880	6 393	11 348	1890	8 706	14 238
1885	7 371	12 943	1891	8 646	13 713

Die Gesammteinfuhr an Papier, Papier- und Pappwaaren, sowie Papiertapeten betrug dagegen:

	Tonnen	Werth Mk.
1880	3 630	4 599 000
1885	2 900	4 157 000
1891	3 322	4 614 000

Die Gesammteinfuhr und Ausfuhr in der Papierindustrie in Deutschland ist folgende:

[1]) Ausgenommen graues Löschpapier, gelbes, rauhes Strohpapier, Packpapier, Pappe, Pressspähne, Schiefer-, Schleif-, Polir-, Fliegen- und Gichtpapier.

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Einfuhr		Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
	1. Rohstoffe und Halbzeug (Halbstoffe).				2. Fabrikate.			
1880	43 156	9 147	49 323	11 895	6 435	5 606	49 029	41 968
1885	46 732	7 837	[illegible]	[illegible]	5 214	4 645	70 927	66 797
1890	69 832	10 258	111 469	16 204	7 645	5 209	81 125	73 675
1891	58 657	8 958	115 074	17 939	7 345	5 338	89 033	70 298

Literatur: Hofmann, Handbuch der Papierfabrikation. (Nur als Beigabe zur Papier-Zeitung.) Berlin; Hoyer, Die Fabrikation des Papiers (Braunschweig 1887); Mierzinski, Handbuch der praktischen Papierfabrikation (Wien 1886); Müller, Die Fabrikation des Papieres (Berlin 1877); Schubert, Die Cellulosefabrikation (Berlin 1892); Herzberg, Papierprüfung (Berlin 1888).

Kohlehydrate.

Als Kohlehydrate bezeichnet man Körper von der empirischen Zusammensetzung $C_nH_{2m}O_m$, die dieser Formel nach als Verbindungen von Kohlenstoff und Wasser erscheinen.

Man ordnet die technisch wichtigen Kohlehydrate von technischem Gesichtspunkt am zweckmässigsten in folgender Weise:

I. Monosaccharide: $C_6H_{12}O_6$:
   1. Dextrose (Glukose), Traubenzucker.
   2. Lävulose, Fruchtzucker,
   Mannose, Galaktose etc.

II. Disaccharide $C_{12}H_{22}O_{11}$:
   1. Saccharose, Rohrzucker,
   2. Maltose, Malzzucker,
   3. Laktose, Milchzucker.

III. Polysaccharide $(C_6H_{10}O_5)_n$: Stärke, Dextrin und Cellulose; die Molekulargrösse dieser Körper ist nicht sicher bekannt, doch sind mehr als 30 C im Molekül vorhanden.

Ein Trisaccharid ist

Raffinose (Pluszucker) $C_{18}H_{32}O_{16}$, ein lästiger Bestandtheil der Zuckerrüben. Von anderen Gliedern dieser Gruppe zu erwähnen sind noch:

Arabinose $C_5H_{10}O_5$ aus Kirschgummi und

Xylose $C_5H_{10}O_5$ aus Holz.

Die Bildung der Kohlehydrate findet in der Pflanzenwelt durch einen Assimilationsprozess statt, indem die Kohlensäure der Atmosphäre in den chlorophyllhaltigen Pflanzentheilen (Blättern), unter Mitwirkung des Sonnenlichts, reduzirt wird. Wenngleich aber in der Pflanze die Zuckerarten auch frühzeitig auftreten, so sind sie doch zu komplexer Natur, um als unmittelbares Reduktionsprodukt der Kohlensäure zu erscheinen. Ein solches dürfte vielmehr der Formaldehyd CH_2O sein, durch dessen Polymerisation $C_6H_{12}O_6$ entsteht. Hierfür spricht vor Allem, dass nach den Arbeiten von Loew, Buttlerow, Tollens und besonders von E. Fischer zuckerartige Stoffe aus Formaldehyd und Alkali entstehen (vergl. B. **23.** 388, 2166; **22.** 359; **21.** 991 etc.; s. auch den Abschnitt „Kohlehydrate“ in Meyer und Jakobson's Lehrbuch d. organischen Chemie. Leipzig 1893). Durch allmählich vorwärts schreitende Synthese wird in der Pflanze aus dem Zucker Stärke und weiterhin Cellulose gebildet.

Ueber Vorkommen, Eigenschaften und Verwendung der einzelnen Kohlehydrate vergl. die speziellen Kapitel.

Mit der Gewinnung und Verarbeitung der Kohlehydrate befassen sich die nachstehend abgehandelten landwirthschaftlichen Gewerbe.

Litteratur: Schwackhöfer, Technologie der Kohlehydrate (Wien 18[illegible]); Tollens, Kurzes Handbuch der Kohlehydrate (Breslau 1888).

Stärke[1].

1. Vorkommen und Bildung. Die Stärke kommt nahezu in allen Pflanzen und fast in allen Theilen derselben vor; vorzugsweise bildet sie in den Parenchymzellen mikroskopische, eigenthümlich geschichtete Körner. Von besonderer praktischer Bedeutung ist das Vorkommen in den Knollen der Kartoffeln in den Getreidearten, Hülsenfrüchten etc. Die Lagerung der Stärkekörner in den Zellen zeigt Fig. 110 (nach Ost), ein Schnitt durch eine Kartoffelknolle. Für die technische Verwerthung des Stärkegehaltes ist es erforderlich, dass sich die Stärke in einem für den Gebrauch geeigneten Zustand vorfindet, so lassen sich z. B. aus Dioscorea alata oder Igname indien rouge leicht grössere Mengen Stärke gewinnen, die aber nur mit grosser Schwierigkeit zu entfärben sind.

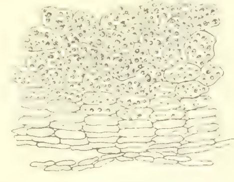


Fig. 110. Schnitt durch die Kartoffelknolle.

Ueber die verschiedenen Pflanzen, die zur Stärkebereitung benutzt werden oder, wenn auch nur im Kleinen, gedient haben, gibt folgende Tabelle nach Wiesner (Rohstoffe des Pflanzenr., Leipzig 1873) Auskunft:

Name der Pflanze	Vorkommen	Verarbeitete Theile der Pflanze	Erhaltenes Produkt
Phaseolus multiflorus . .	England	Samen	Stärke
Phaseolus vulgaris . . .	England	Samen	Stärke
Castanospermum austr. . .	England	Samen	[illegible]
Dolichus bulbosus (Pachyrhizus angulatus) . . .	Ostindien	—	—
Mangifera indica	Martinique und Réunion	Samen	Fécule de manguier
Manihot utilissima (Jatropha Manihot, Janipha Manihot)	Brasilien	Knollen	Tapioca
Manihot Aipi	Brasilien	Knollen	Tapioca
Manihot Janipha	Brasilien	Knollen	Tapioca
Pachira aquatica	Martinique	Samen	Fécule de la châtaigne de la Guiane
Sicyos angulata	Réunion	—	Stärkemehl, Fécule de [illegible]
Sicyos edulis (Sechium [illegible])	Westindien	—	
Bryonia epigaea	Französ. Indien	—	
Cucurbita species	Französ. Guiana	Samen	Fécule de citrouille
Aesculus hippocastanum .	Europa	—	Rosskastanienstärke
Ruellia pavale	Französ. Indien	Samen	Stärke
Solanum tuberosum . . .	Europa etc.	Knollen	Kartoffelstärke

[1]) Auch Amylum genannt. In Frankreich bezeichnet man die Kartoffelstärke vielfach mit fécule, im Gegensatz zur Weizenstärke: amidon.

Name der Pflanze	Vorkommen	Verarbeitete Theile der Pflanze	Erhaltenes Produkt
Batatas edulis (Convolvulus batatus) . . .	Tropen	Knollen	Fécule de patate
Artocarpus incisa . . .	Tropen	Früchte	Fécule du fruit de l'arbre à pain
Polygonum Fagopyrum .	Europa	Samen	Buchweizenstärke
Quercus sessiliflora . .	Europa	Eicheln	Eichelstärke
Quercus pedunculata .	Europa	Eicheln	Eichelstärke
Zamia species	Antillen	Stamm	Art Arrowroot
Aponogeton monostachyum	Indien	Knollen	Stärkemehl
Aponogeton distachyum .	Indien	Knollen	Stärkemehl
Sagus Rumphii (Metroxylon Sagus)	Indien	Mark d. Stämme	Sago
Sagus laevis	Indien	Mark d. Stämme	Sago
Sagus farinifera	Indien	Mark d. Stämme	Sago
Arenga saccharifera (Saguerus Rumphii, Borassus Gomutus) . . .	West-Java	Mark d. Stämme	Sago
Borassus flabelliformis	Ceylon	Mark d. Wurzel	Sago
Caryota urens	Indien	Mark d. Stämme	Sago
Arum maculatum .	Europa	Knollen	Stärkemehl
Arum italicum. . .	Italien		Stärkemehl
Arum esculentum. . . .	Tropen	Knollen	Féc. de chou-choute
Colocasia esculenta (Caladium esculentum) . .	Martinique	Knollen	Fécule de chou-taro
Dracontium polyphyllum	Französ. Indien	Knollen	Stärkemehl
Musa paradisiaca	Tropen	Früchte	Bananenstärke
Canna edulis	Tropen	Knollen	Arrowroot
Maranta arundinacea . .	Tropen	Knollen	Arrowroot
Maranta indica	Tropen	Knollen	Arrowroot
Maranta nobilis . . .	Tropen	Knollen	Arrowroot
Maranta Alouya	Cayenne	Knollen	Stärke
Maranta Arouma . . .	Guiana	Knollen	Stärke
Phrynium dichotomum .	Martinique	Knollen	Stärkemehl
Curcuma leukorrhiza . .	Indien	Knollen	Arrowroot
Curcuma angustifolia . .	Indien	Knollen	Arrowroot
Tacca pinnatifida (Leontice leontopetaloides) . . .	Tropen	Wurzelknollen	Arrowroot
Dioscorea alata	Tropen	Wurzelknollen	Stärkemehl
Dioscorea sativa	Tropen	Knollen	Stärkemehl
Gloriosa superba	Französ. Indien	Unterird. Stamm	Stärkemehl
Pancratium maritimum .	Mittelmeerländer	Knollen	Stärkemehl
Triticum vulgare	Europa etc.	—	Weizenstärke
Triticum turgidum . . .	Europa etc.	—	Weizenstärke
Triticum spelta . . .	Europa etc.	—	Weizenstärke
Triticum durum	Europa etc.	—	Weizenstärke
Triticum dicoccum . . .	Europa etc.	—	Weizenstärke
Triticum monococcum .	Europa etc.	—	Weizenstärke
Secale cereale	Europa etc.	—	Roggenstärke
Hordeum vulgare. . . .	Europa etc.	—	Gerstenstärke
Oryza sativa	Europa etc.	—	Reisstärke
Zea Mais.	Europa etc.	—	Maisstärke

Die folgenden Tabellen zeigen den Stärkegehalt von Getreide und Mehlarten, die bei 100° getrocknet sind (Krocker, A. 58. 212), die Zusammensetzung im lufttrockenen Zustand und die Zusammensetzung von Getreidearten und Hülsenfrüchten (Poggiale, Polyt. Centralbl. 1858. 6

Der Stärkegehalt nach dem Trocknen bei 100° von	schwankt von %	schwankt bis %	beträgt im Mittel %
Weizenmehl Nr. I	65,21	66,16	65,70
Weizenmehl Nr. II	66,93	67,42	67,20
Weizenmehl Nr. III	57,21	57,70	57,33
Roggenmehl Nr. I	60,56	61,26	60,90
Roggenmehl Nr. II	54,12	54,84	54,30
Roggenmehl Nr. III	57,07	57,77	57,50
Gerstenmehl von Darmstadt	64,18	64,63	64,33
Buchweizenmehl	65,06	–	65,00
Maismehl	77,74	–	77,77
Talaveraweizen	55,92	56,29	
Sandomirweizen	51,84	53,06	56,80
Whittingtonweizen	52,92	61,26	
Staudenroggen von Hohenheim	44,80	45,39	55,5
Schilfroggen von Hohenheim	47,01	47,71	
Jerusalemgerste	42,03	42,60	48,3
Rispenhafer von Hohenheim	27,93	36,90	35,3
Kamtschatkahafer	39,55	40,17	
Buchweizen	43,80	44,45	45,6
Mais	65,88	66,80	63,70
Hirse	53,76	55,86	54,25
Reis	85,78	86,63	82,30
Bohnen	37,71	37,79	50,00
Erbsen	38,70	38,81	38,80
Linsen	39,62	40,08	40,00
Kartoffeln	70,50	83,50	76,50
Kartoffeln, lufttrocken	12,70	20,71	16,50

Namen	Wasser %	Stärkemehl %	Namen	Wasser %	Stärkemehl %
Weizenmehl	15,8	68,7	Erbsen	5,0	37,3
Reis (enthülst)	13,3	61,7	Bohnen (weisse)	16,7	33,0
Roggen	11,0	59,7	Leinsamen	7,6	23,4
Weizen	13,2	59,5	Kartoffeln	76,0	20,0
Gerste	11,5	57,5	Kleesamen	10,8	10,8
Hafer	11,9	46,6	Senfsamen	8,5	9,9
Thimotheesamen	12,6	45,0	Rapssamen	5,8	8,6

Name der Pflanzen	Stärke %	Proteïnstoff %	Fett %	Aschenbestandtheile %	Faserstoff %	Wasser %
Weizen	63,3	14,4	1,9	1,7	4,2	14,5
Reis (Piemonteser)	74,5[1]	7,8	0,2	0,3	3,4	13,7
Gerste	60,3	10,7	2,4	2,6	8,8	15,2

[1]) Stärke, Dextrin und Zucker.

Name der Pflanzen	Stärke	Proteïnstoffe	Fett	Aschenbestandtheile	Faserstoff	Wasser
Hafer (geschält)	61.9	11.2	6.1	3.1	3.5	14.2
Roggen	65.5	8.8	2.0	1.8	6.4	15.5
Mais . . .	64.5 [1]	9.9	6.7	1.4	4.0 [2]	13,5
Weisse Schminkbohnen . .	45.4 [1]	22.8	2.7	3.6	6.2	19,3
Erbsen	50.8	21.8	5.3	2.7	4,2	15,2
Erbsen (grün, getrocknet und geschält) . .	57.7 [1]	21,7	1.9	2.8	3.2	12,7
Bohnen . .	44.2	24,2	1.4	3,6	12,6	14,0
Linsen .	41.0	29.0	1.5	2.4	7,7	15,4
Lupinen .	26.2	38,3	7.9	2.8	14,6	10,2

[1]) Stärke, Dextrin und Zucker. — [2]) Faserstoff und Farbstoff.

Die Bildung der Stärke erfolgt im Sonnenlicht unter Vermittelung des Pflanzenchlorophylls aus Wasser und Kohlensäure der Luft und lässt sich ihrem Endergebniss nach veranschaulichen durch folgende Gleichung:

$$6\,CO_2 + 5\,H_2O = C_6H_{10}O_5 + 6\,O_2.$$

Im Allgemeinen findet eine Anhäufung der Stärke in den Blättern, wo sie gebildet ist, nicht statt, sondern sie geht, in Zucker verwandelt, in Lösung, um das pflanzliche Leben zu fördern resp. bildet, aus Zucker von Neuem gebildet, einen Reservefonds an Nahrung für die Pflanze; beispielsweise enthält junges Holz der Laubhölzer im Herbst viel Stärke und verliert sie beim Erwachen der Vegetation im Frühjahr wieder. Von besonderem praktischen Interesse ist die Abnahme des Stärkegehaltes in ausgereiften Kartoffeln während des Aufbewahrens über Winter, ferner beim Keimen von Sämereien, Mälzen des Getreides etc.

Geschichtliches. Die Stärke wurde bereits im Alterthum, in Aegypten und Griechenland, aus Weizen bereitet. Wie Plinius berichtet, ist die Erfindung dieser Fabrikation den Bewohnern der Insel Chios zu verdanken. Mit Sicherheit ist bekannt, dass die Araber schon im 8. und 9. Jahrhundert Weizenstärke herstellten (vergl. beim Papier). Kartoffelstärke wurde wahrscheinlich erst am Ende des 16. resp. am Anfang des 17. Jahrhunderts dargestellt.

Gewinnung.

1. Allgemeines. Wenngleich die Zahl der Stärke liefernden Pflanzen sehr gross ist (vergl. oben), so verarbeitet man in Europa hauptsächlich doch nur Kartoffeln, Weizen, Mais und Reis, in Deutschland früher nur die ersten beiden, in den letzten Jahren auch viel Reis. In Frankreich, England, Italien, Belgien findet letzterer fast ausschliesslich Verwendung, während in Amerika und den Donauländern viel Mais- neben Weizenstärke produzirt werden. Gewisse tropische Pflanzen liefern das Arrowroot und den Sago, die mit Stärkemehl völlig übereinstimmen. Die verschiedenen Organe, in denen sich die Stärke findet, eignen sich nicht in gleicher Weise zur Verarbeitung; die Trennung der Stärke vom Kleber im Samen ist mit Schwierigkeiten verbunden, während sich die Stärke leichter aus den zartwandigen Geweben der Knollen und Wurzeln abscheiden lässt. Dass zur rationellen technischen Verarbeitung nur solche Pflanzentheile zu verwenden sind, die viel Stärke in leicht gewinnbarer Form enthalten und ein möglichst reines Fabrikat liefern, liegt auf der Hand.

Die Gewinnung der Stärke beruht im Wesentlichen darauf, das umhüllende Gewebe zu zerreissen und dann durch Wasser die freigelegten Stärkekörnchen auszuschlämmen. Farbloses, klares, eisenfreies Wasser ist eine Hauptbedingung für den Betrieb und muss eventuell durch geeignete Filtration oder chemische Reinigung (Kaliumpermanganat etc.) beschafft werden; auch hartes Wasser darf nicht verwendet werden, da sich leicht während des Betriebes Calciumkarbonat niederschlägt und färbende Bestandtheile mit sich reisst; man setzt solchen Wässern Salzsäure zu. Gährungserreger dürfen im Wasser nicht vorhanden sein. Wichtig ist es ferner, dass für die Waschwässer ein leichter Abfluss geschaffen werden kann.

1. Kartoffelstärke.

Die Fabrikation erfolgt meist nur in unmittelbarer Nähe des Produktionsortes, da der bedeutende Wassergehalt den Transport der Kartoffeln vertheuert und die Veränderungen derselben beim Lagern die Aufspeicherung erschweren.

Das Rohmaterial. Im Lauf der Zeit hat sich eine ausserordentliche Zahl verschiedener Spielarten und Varietäten der Kartoffeln entwickelt[1]), die mit den verschiedenartigsten Eigenschaften versehen sind. Der Stärkegehalt in ihnen schwankt von unter 15% (13%) bis über 25% (29%). Die durchschnittliche Zusammensetzung guter Kartoffeln in Prozenten ist folgende:

Stärke	20,00
Epidermis, Cellulose, Pektinstoffe, Farbstoffe	1,65
Eiweiss und andere stickstoffhaltige Stoffe	2,12
Fett	1,06
Zucker, Harz, flüchtiges Oel	1,06
Wasser	74,00

Der Gehalt verschiedener Sorten an Stärke, Faser und Wasser ist nachstehend zusammengefasst, wobei indess zu bemerken ist, dass nur bei den letzten fünf Bestimmungen der wahre Stärkegehalt und in den anderen der technisch erhaltene angegeben ist; der Fasergehalt der Kartoffeln beträgt durchschnittlich nur ca. 1% und nicht, wie früher oft angegeben, 4 bis 6%[2]).

Kartoffelsorte	1000 Gewichtstheile enthalten		
	Stärke	stärkehaltige Fasern	Wasser
	Gewichtstheile		
Rothe	150	70	750
Rothe, gekeimt	152	68	730
Nieren-	91	88	813
Peruanische	150	52,5	760
Englische	129,1	68,3	775
Zwiebel-	187,5	83,8	703
Nieren-	190	90	680
Rothe	301,0		668,7

[1]) v. Wagner zählt in seinem Handb. d. Stärkefabrikation (1. Aufl.) allein 183 Namen verschiedener Kartoffeln auf und gibt deren Eigenschaften an.

[2]) Ist die Grösse der Stärkekörner kleiner als 0,0125 mm, so gehen dieselben nach Saare verloren; Primawaare hat einen Durchmesser von 0,033 bis 0,021 mm (33 bis 21 μ).

Kartoffelsorte	1000 Gewichtstheile enthalten		
	Stärke	stärkehaltige Fasern	Wasser
	Gewichtstheile		
[illegible]	162,8	—	—
Weisse von Giessen	180,2	—	—
Blaue von Giessen	[illegible]	—	
[illegible]	244	62	755
Decroisilles	238	63	695
Tardive Ardenne	214	72	695
Claire bonne	204	62	770
[illegible]	197	69	750
Rouge longue	181	75	685
Belle Ardenne	174	44	730
Prime rouge	163	55	750
Patraque rouge	138	75	755
Claire rouge	122	102	710
Blassrothe	270	—	689
Dunkelrothe	257	—	702
Blaue	246	—	713
Weisse	221 bis 245	—	714
[illegible]	201	—	758

Der **Stärkegehalt** hängt nicht nur von der besonderen Kartoffelsorte ab, sondern der Boden beeinflusst ihn auch: ist letzterer schwer und nass, so werden die Knollen wässerig, ist er leicht und trocken, so sind sie mehlig. Die Zahl der Knollen ist bei dem Ertrag eines Ackers natürlich ausschlaggebend, da eine stärkeärmere Art, bei grösserer Knollenzahl, dennoch eine grössere Ausbeute geben kann (vergl. auch v. Wagner, 71). Wie gross die Verschiedenartigkeit derselben Kartoffelsorte bei verschiedenen Ernten sein kann, erhellt aus folgender Tabelle, die **Raab** (Ch. Z. **1873**) aufstellte; der Boden war Lehm, mit Holzasche gedüngt.

Kartoffelsorte	Stärkegehalt in % bei der Ernte		Kartoffelsorte	Stärkegehalt in % bei der Ernte	
	I	II		I	II
Klima	27,78	25,24	Mohawk-	15,42	15,65
Early Callas	26,74	19.69	Marjol-Nieren-	14,04	9,00
Röthliche Nieren-	26,00	15,19	Biskuit-	11,77	18,70
Englische Fourball	25,74	24,25	Schwere Riesen-	10,87	26,74
Riesen-Marmont-	19,80	17,99	Sechs Wochen, lange	9,50	9,00
Amerikan. Rosen-	16,11	25,80	Glaeson Late-	9,00	17,05

Der Stärkegehalt ist auch unabhängig vom Entwickelungszustand der Kartoffel und nimmt ständig bis zur vollendeten Ausbildung der Knolle zu. **Pfaff** fand in frühreifen weissen Kartoffeln an Stärke:

Anfang Juli	8 %
Ende Juli	11.3
Mitte August	12.3
Ende August	13
Mitte September	17

Zuweilen findet durch Wasserverlust noch eine geringe Steigerung des Stärkegehaltes statt, der dann bei der Aufbewahrung bald eine Abnahme folgt.

Neben dem Stärkegehalt kommt bei der Beurtheilung des Werthes der Kartoffeln noch der Widerstand gegen die „Kartoffelkrankheit“, der bei den verschiedenen Sorten ein ungleicher ist, in Betracht. Die Krankheit beruht auf der Entwickelung eines Pilzes (Peronospora infestans), der die Keimschläuche seiner Sporen in die Blätter der Pflanzen hineinsendet, worauf sich das Mycelium des Pilzes mit ausserordentlicher Schnelligkeit im Gewebe verbreitet und dadurch die Pflanze zu Grunde richtet. Vom Laub aus wandert der Pilz durch den Stengel in die Knollen, nährt sich hier vom Eiweiss derselben, verflüssigt und verzehrt allmählich auch die Stärke und absorbirt organische wie anorganische Bestandtheile. Die unter der Erde bereits angefaulte Kartoffel kann entweder in derartige Fäulniss übergehen, dass auch der Pilz zerstört wird, oder der Pilz überwintert in der geernteten Kartoffel und steckt in den Miethen und Silos, wo sie lagert, sämmtliche anderen an. In diesem Fall kann man sich nur durch schnelle Verarbeitung derselben vor Verlust schützen.

Ein Bild der durch die Krankheit bedingten Veränderungen geben Fig. 111 bis 113. Auf der Schnittfläche einer kranken Knolle (Fig. 111) zeigen sich braune

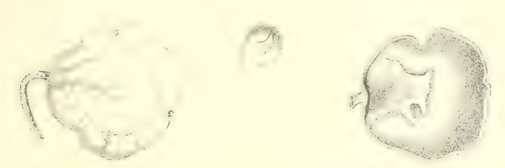


Fig. 111, 112, 113. Erkrankte Kartoffelknolle.

Flecke, die beim Kochen dunkler und fester werden; behandelt man jetzt mit Jod, so färbt sich unveränderte Stärke blau (die schattirten Stellen in Fig. 113) und die ihrer Stärke beraubten Theile sind weiss. In Fig. 112 ist die Thätigkeit des Pilzes in den einzelnen Stärkekörnchen zu erkennen; dieselben werden förmlich ausgehöhlt. Ein sicherer Schutz vor der Kartoffelkrankheit ist nicht bekannt; Feuchtigkeit des Bodens ist für sie besonders förderlich.

Im Gegensatz zu der meist durch die Kartoffelkrankheit hervorgerufenen Nassfäule äussert sich die Trockenfäule als ein Einschrumpfen und Erhärten der Kartoffeln.

Fernerhin schädlich für die Kartoffeln ist ein Erfrieren derselben bei einer Temperatur von — 3°; ein widerlich süsser Geschmack der aufgethauten, gekochten Kartoffel ist die Folge desselben. Nach Müller-Thurgau (Botan. Centralbl. 1882. Nr. 6 durch Birnbaum) werden die Knollen nicht süss, wenn sie rasch auf — 3° abgekühlt werden; lagert man sie in Kellern oder Miethen längere Zeit bei + 5° bis — 2°, so werden sie süss, ohne zu erfrieren; sinkt jetzt die Temperatur auf — 3°, so sind sie süss und erfroren. In den Kartoffeln findet, auch bei niedriger Temperatur, eine beständige Zuckerbildung aus Stärke statt. Bei genügend hoher Temperatur wird dieser Zucker durch die Athmung der Knolle in dem Mass, wie er sich bildet, wieder zerstört, nicht aber bei niedriger Temperatur, wo die Athmung aufhört. Der Zucker sammelt sich dann an und die Kartoffeln werden süss.

Beim Gefrieren tritt auch eine Zerstörung des Zellgewebes ein, welche das Faulen begünstigt und bei dem Reibprozess eine völlige Oeffnung der Zellen hindert.

Bei der Aufbewahrung der Kartoffeln ist darauf zu achten, dass ein Erfrieren nicht eintreten kann und dass zwischen die gesunden Kartoffeln keine faule kommt; ferner hat man Sorge zu tragen, dass die Kartoffeln nicht keimen, da auch die Entwickelung der Keime den Stärkegehalt vermindert; nach Kramer beträgt der Stärkeverlust bei einer Keimlänge von

1 bis 2	2 bis 3	3 bis 4 cm
3,18	7,26	9,88

Die Aufspeicherung der Kartoffeln erfolgt in Gruben von 1,5 bis 2 m Tiefe und verschiedener Länge und Breite, die gehäuft gefüllt und von 1,5 zu 1,5 m mit einer Faschine versehen werden, um das Entweichen der sich bildenden Gase zu befördern; man bedeckt sie erst mit Stroh, dann ca. 0,3 m hoch mit Erde. Die Temperatur soll etwa 6° betragen.

Sehr zweckmässig sind permanente Miethen oder Silos mit gemauerten Sohlen und Wänden, sowie Strohüberdachung, von denen Fig. 114 nach v. Wágner eine Darstellung gibt.

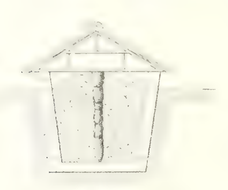


Fig. 114.
Kartoffelmiethe nach v. Wagner.

Nach Schattenmann ist auch die folgende Aufbewahrungsmethode der Kartoffeln sehr zu empfehlen: Man bringt die trocken geernteten Kartoffeln in einen trockenen Gemüsekeller, dessen Sohle mit Braunkohlenasche überdeckt ist, in Haufen von beliebiger Grösse; nachdem eine etwa 1 m hohe Schicht gebildet ist, bringt man so viel Braunkohlenasche darauf, dass die Zwischenräume zwischen den Kartoffeln damit ausgefüllt werden und auch noch eine dünne Schicht Asche auf der Oberfläche der Kartoffeln liegen bleibt. Man bildet nun eine neue Kartoffelschicht von derselben Höhe wie die erste war, streut wieder die entsprechende Menge Kohlenasche darauf, und fährt mit dieser Schichtung der Kartoffeln auf dieselbe Art fort, bis der Haufen fertig, resp. der Keller voll wird. Zum Schluss wird das Ganze noch mit einer Schicht Braunkohlenasche überdeckt, welche die Kartoffeln gegen äussere Einflüsse schützt. Auch an den Wänden oder Verschlägen müssen die Kartoffeln durch eine hinlänglich dicke Schicht von Braunkohlenasche geschützt werden. An jenen Stellen, wo der Haufe sich an eine Mauer anlehnt, soll zum Schutze der Knollen ein Bretterverschlag gemacht, oder dieselben mindestens durch Kohlenasche von der Mauer getrennt werden. In Ermangelung von Braunkohlenasche kann man sich auch der Steinkohlen- oder Torfasche bedienen.

In manchen Gegenden schichtet man die Kartoffeln auf frostfreien Böden (Speichern) bis zu 0,5 m Höhe auf, wo sie zwar leicht keimen und sich dann verfilzen, ja auch etwas welken, indess keine langen Keime treiben, so dass ihr Stärkegehalt nur unbedeutend beeinträchtigt wird. Vor dem Gebrauch müssen auf diese Art aufbewahrte Kartoffeln wieder aufgefrischt werden, was am zweckmässigsten dadurch erfolgt, dass man sie Abends zuvor in mit frischem Wasser gefüllte Kübel bringt.

Bestimmung des Stärkegehaltes. Die Feststellung des Stärkegehaltes der Kartoffeln erfolgt bequem durch Ermittelung des spezifischen Gewichts derselben; hierfür sind verschiedene Methoden angegeben.

Nach Krocker bestimmt man das spezifische Gewicht einer Kochsalzlösung, in welcher die Kartoffeln in jeder Lage im Gleichgewicht sind (d. h. mit ihr dasselbe spezifische Gewicht haben); diese Methode ist umständlich und gestattet nicht, eine grössere Anzahl Kartoffeln gleichzeitig zu prüfen, wie es für den technischen Gebrauch erforderlich ist. Ein einfacheres Verfahren ist das von Stohmann; es wird das Volumen einer bestimmten Gewichtsmenge Kartoffeln ermittelt, indem man sie in ein mit Marke versehenes Gefäss von bekanntem Volumen bringt und durch Zufliessen von Wasser aus einer Bürette feststellt, wie viel Wasser erforderlich ist, um das Gefäss bis zur Marke zu füllen; das Volumen des Gefässes in Kubikcentimeter minus der Anzahl zugelassener Kubikcentimeter Wasser gibt das Volumen der Kartoffeln an.

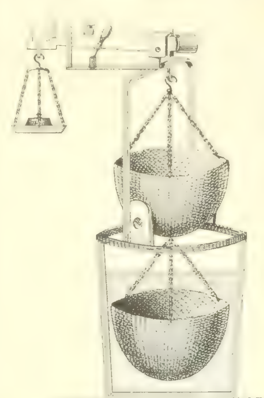


Fig. 115. Kartoffelwaage nach Reimann.

Noch praktischer ist die Kartoffelwaage von Reimann (Fig. 115). Wiegt man im oberen Korb *b* z. B. 10 kg Kartoffeln ab und bringt dieselben in das Sieb *a* unter Wasser, so müssen noch *α*kg (= dem Gewichtsverlust der Kartoffeln in Wasser) auf die Waagschale gelegt werden, damit Gleichgewicht eintritt; da man mit einer Centesimalwaage arbeitet, so ist das spezifische Gewicht der Kartoffeln $\frac{10}{10 \cdot \alpha} = \frac{1}{\alpha}$.

Die Tabelle — in abgekürzter Form —, die nach Fesca's, Hurtzig's und Schwarzer's Versuchen den Stärkegehalt der Kartoffel aus deren spezifischem Gewicht erkennen lässt, ist nachstehend angegeben (Birnbaum):

Gewicht von 10 kg Kartoffeln in Wasser g	Spezifisches Gewicht	Gehalt an Trockensubstanz %	Gehalt an Stärke %
750	1,080	19,7	13,9
810	1,088	21,4	15,6
870	1,095	22,9	17,1
930	1,102	24,4	18,6
990	1,110	26,1	20,3
1050	1,117	27,6	21,8
1110	1,125	29,3	23,5
1150	1,130	30,4	24,6
1250	1,143	33,2	27,4
1310	1,151	34,4	29,1
1370	1,159	36,4	30,6

Will man den Stärkegehalt direkt ermitteln, so kann man mit einer kleinen Menge (etwa 0,5 kg) die Manipulationen des Fabrikbetriebes nachahmen; das Verfahren ist umständlich und ergibt natürlich nur die technische Ausbeute.

Exakte, quantitative Bestimmung der Stärke s. unten.

Die Gewinnung der Stärke aus Kartoffeln zerfällt in folgende Operationen:

Waschen der Kartoffeln, Zerreiben, Auswaschen der Stärke aus dem Kartoffelbrei, Verarbeitung der Stärkemilch, Reinigen der Stärke, Trocknen.

1. Das Waschen der Kartoffeln erfolgt zur Entfernung der anhängenden Erdtheilchen etc., sowie der grösseren und kleineren Steine; man bedient sich zu dem Ende der Waschtrommeln, von denen die neueren Konstruktionen meist gleich mit einem Steinfänger versehen sind.

Eine zweckentsprechende Konstruktion zeigt die Kartoffelwaschmaschine von W. Angele (Berlin), die durch Fig. 116 bis 118 veranschaulicht ist.

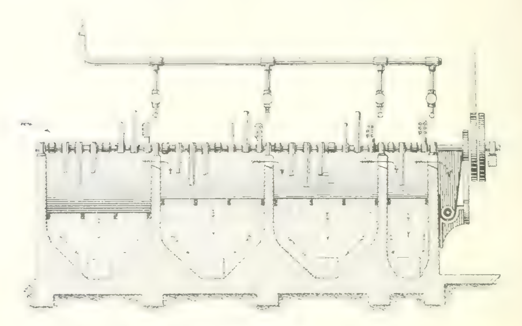


Fig. 116. Kartoffelwaschmaschine von W. Angele.

Dieselbe besteht aus einem langen gemauerten Trog mit Querwänden, die ihn in vier Abtheilungen zerlegen. Unten an der tiefsten Stelle jeder Abtheilung sitzt ein leicht beweglicher Verschluss, um Schmutz und Wasser schnell aus der Wäsche entfernen zu können. Jede Abtheilung ist ferner mit einem schmiedeisernen Rost versehen. In der Längsrichtung des gemauerten Troges, liegt oben die Antriebswelle, auf welcher schneckenartig gusseiserne Arme nebst Ueberwurfschaufeln angeschraubt sind. Die Kartoffeln werden mittelst eines Elevators in die Wäsche gehoben und gehen in Folge des schneckenförmig gestellten Ganges der Schaufeln von einer Abtheilung zur anderen, so dass sie aus dem letzten Fach in reinem Zustand herausfallen. Jedes Fach hat seinen besonderen Wasserzufluss. Von der Wäsche gelangen die Kartoffeln nach der sogen. Speiseschnecke. Diese führt die Kartoffeln ganz gleichmässig in die Reibe. Die Steine werden schon in der ersten Wäscheabtheilung abgesondert, da solche sofort bis auf den Rost sinken und dort liegen bleiben.

Da das sorgfältige Waschen der Kartoffeln von grosser Wich-

tigkeit für die Qualität der Stärke ist, so sind noch zahlreiche andere wirksame Apparate konstruirt, von denen die Siemens'sche Waschmaschine und eine zweite Konstruktion von Angele (v. Wágner l. c.) erwähnt seien; letztere bewirkt eine vollkommene Reinigung für die Fabrikation einer hochfeinen Stärke dadurch, dass die Kartoffeln mit Piassavabürsten gebürstet werden.

Die Aufstellung der Waschmaschine erfolgt zweckmässig dort, wo die Kartoffeln in die Fabrik hineingebracht werden. Vor der Zuführung zu den Reiben wägt man die Kartoffeln, in grösseren Anlagen mittelst automatischer Waagen.

2. Zerreiben der Kartoffeln. Die Ausbeute an Stärke ist um so grösser, je mehr Zellwände zerrissen werden. Die Reibmaschinen

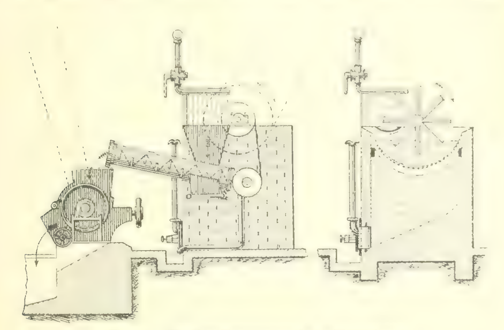


Fig. 117 u. 118. Kartoffelwaschmaschine von W. Angele.

bestehen im Prinzip aus einem rotirenden Cylinder, dessen Oberfläche als reibende Fläche dient und welchem durch einen Ansatz (Rumpf) die Kartoffeln kontinuirlich zugeführt werden.

a) Man stellt am zweckmässigsten die reibende Fläche dadurch her, dass man auf den Mantel eines horizontalen Cylinders Sägeblätter befestigt. Gewöhnlich stellt man sie parallel zur Cylinderachse; besseren Erfolg erzielt man nach Markl's Vorschlag, wenn man den Sägeblättern eine derartige Neigung zur Achse gibt, dass dem Zwischenraum zwischen zwei Zähnen eines Blattes ein Zahn im folgenden Blatt entspricht; hierdurch werden die von zwei Zähnen des einen Sägeblattes unverändert gelassenen Kartoffeltheile von dem folgenden Blatt zerrissen.

Während man früher gegen die mit den Sägen armirten Cylinder (Reibetrommeln) die Kartoffeln durch Handarbeit drückte, dienten später hierzu mechanische Vorrichtungen (Stösser, Poussoirs), die jedoch den Nachtheil haben, nicht ununterbrochen, sondern stossweise zu wirken. Dieser Uebelstand wird mit Erfolg bei der von F. A. Kluse-

[illegible] (Sudenburg-Magdeburg) konstruirten Reibe vermieden. Hier ist der Poussoir durch eine kannelirte Walze ersetzt, welche ununterbrochen die durch den Rumpf einfallenden Kartoffeln an die Reibetrommel drückt. Zur Regulirung der Entfernung zwischen Reibetrommel und dem unteren Theil des Rumpfes dient eine Schiene, welche durch die Stellschrauben den Sägeblättern genähert oder von ihnen entfernt wird. Ist diese Entfernung zu gross, so werden grössere Kartoffelstücke mit in den Brei gerissen, während bei zu engem Zwischenraum leicht eine Verstopfung eintreten kann.

Eine bewährte Konstruktion einer Sägeblattreibe von W. Angele veranschaulicht Fig. 119; sie arbeitet kontinuirlich ohne Stösser (Poussoir) nur durch Einwirkung einer Hebelvorrichtung mit Gewicht. Die

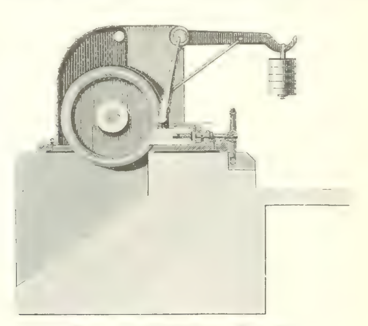


Fig. 119. Sägeblattreibe von W. Angele.

Trommelwelle ist aus Gussstahl und auf jeder Seite mit Riemenscheibe versehen, so dass die Trommel umgelegt werden kann, um nach der anderen Seite zu arbeiten, wenn die Sägeblätter einseitig abgestumpft sind. Die Gussstahl-Sägeblätter werden auf dem Trommelmantel durch gefraiste Zwischenstücke aus Schmiedeisen aus einander gehalten; ein ständiger Wasserstrahl hält die Trommel rein. Drei verschiedene Grössen der Reibe verarbeiten in der Stunde 1000, 2000 und 3000 kg Kartoffeln. Erheblichen Einfluss auf den Effekt hat die Gestalt der Sägezähne: scharfe Zähne machen den Brei grobkörnig, stumpfe dagegen sehr fein; schmale und hohe legen sich leicht ab. In Folge der stattfindenden Abnutzung lässt man nach etwa je 8 Tagen die Trommel in anderer Richtung laufen und schärft die Sägeblätter alle 14 Tage.

b) Im Gegensatz zu dieser Reibe und ähnlichen Konstruktionen sind bei der von Champonnois konstruirten, in Frankreich viel benutzten Reibtrommel (Flügelreibe) die Sägen im Innern des Cylinders angebracht und stehen fest, während die Kartoffeln gegen sie geschleudert werden. Fig. 120 zeigt eine solche Konstruktion (nach

v. Wagner, Stärkefabrikation). Eine eiserne Welle trägt eine gabelförmige Schaufel, welche sich mit den Horizontalflächen dicht vor den Sägeblättern bewegt, ohne diese zu berühren. Die durch einen Fülltrichter eingeführten Kartoffeln werden durch die U-förmigen Flügel, welche 800 bis 1000 Umdrehungen in einer Minute machen, an die Sägeblätter geschleudert. Ein Wasserleitungsrohr spült mit einem Wasserstrahl unter Druck ständig den Kartoffelbrei von der Säge.

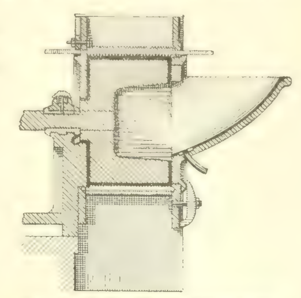


Fig. 120. Flügelreibe nach v. Wagner's Handbuch.

Die Armirung des Cylinders erfolgt derart, dass man zwischen je zwei Sägeblätter eine dünne Eisenschiene einsteckt und nach vier Blättern einen Zwischenraum von 1,5 mm lässt; hierdurch wird der Brei feiner, verstopft aber die Reibe schmierig — ein Umstand, der einen wesentlichen Mangel des Apparates bildet. Die Abnutzung der Zähne ist ziemlich gross; alle 48 Stunden müssen sie nachgefeilt werden. Die Reibe gestattet, in 24 Stunden 100000 kg Kartoffeln zu verarbeiten, und empfiehlt sich besonders, wo es auf durchaus gleichmässigen, dünnen Brei ankommt. Nach Saare (vergl. auch Z. f. Spiritusind. **1891**, 229) ist bei dieser Reibe der Arbeitsaufwand grösser, als bei der oben geschilderten Sägeblattreibe.

Die Raspelhiebreibe, bei der als Reibebelag eiserne Schienen mit Aufbau dienen — steht den genannten Reiben durchaus nach.

Stets muss der in den Kästen unter der Reibe sich ansammelnde Kartoffelbrei möglichst schnell entleert werden, da er leicht in saure Gährung übergeht. Die Kästen sollen daher klein sein, und da die Gährung leicht auf frischen Brei übertragen wird, müssen Kästen wie Reibe alle 6 Stunden sorgfältig mit Wasser gewaschen werden.

Wegen der erforderlichen festen Fundamentirung stellt man die Reiben meist mit den Waschmaschinen in das Erdgeschoss.

Obwohl eine richtig konstruirte Sägeblattreibe bei sorgsamer Behandlung ein hinreichend feines Gereibsel liefert, wird für grössere Fabriken (die über 15000 kg Kartoffeln täglich verarbeiten und genügend Arbeitskraft disponibel haben) empfohlen, das Reibsel einer Nachzerkleinerung zu unterwerfen. Mehrfach benutzt man hierzu einen Mahlgang[1]), in welchem ein Stein sich über einen anderen ruhenden dreht; die Achse beider ist vertikal. Das Reibsel fliesst, mit Wasser gemischt, in die Mitte des Steines und wird zerkleinert durch die Centrifugalkraft nach aussen geschleudert.

---

[1]) Ueber die einzuhaltenden Grundsätze für die Konstruktion und Behandlung der rationell arbeitenden Mahlgänge vergl. Saare l. c.

Gegenüber dem häufig zu schärfenden Mahlgang, der auch zuweilen zu fein mahlen soll, hat die **Compoundreibe** von **Schmidt** (Küstrin) den Vorzug, eine weniger penible Wartung zu erfordern. Im Wesentlichen sind hier die Steine durch geriffelte Gussstahlscheiben ersetzt.

Viel empfohlen wird zu demselben Zweck auch **Uhland's**[1] Kegelmühle, Fig. 121. In einem Gehäuse *c*, das innen mit Riffeln versehen ist, rotirt ein geriffelter Hartgusskegel, dessen Stellung durch das Handrädchen *f* geregelt wird und der seinen Antrieb durch die Riemenscheibe *e* erhält. Oberhalb der Eintrittsöffnung *b* des Kegels befindet sich der Rumpf *a*; *g* ist eine Rüttelvorrichtung. Aus *d* verlässt das Mahlgut den Apparat. Hierbei erfolgt die Zerkleinerung nicht durch Zerschneiden oder Brechen, sondern durch gegenseitiges Reiben des Mahlgutes, so dass der Zellstoff in möglichst grossen Stücken erhalten wird.

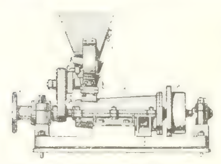


Fig. 121. Kegelmühle von Uhland.

Die **Betriebsergebnisse** bleiben nach **Saare** (l. c.) weit hinter den theoretischen zurück. Das beste Verfahren der Stärkegewinnung liefert als Rückstand eine Pülpe, die wasserfrei noch 50 % Stärke enthält. Bei der Annahme, dass die Kartoffeln 4 % wasserfreie Pülpe liefern, gingen also beim Verarbeiten von 10 000 kg Kartoffeln 200 kg Stärke verloren, resp. bei der Annahme 20 %iger Kartoffeln 10 % der Gesammtstärke. In den meisten Fällen ist der Verlust jedoch noch höher: 15 % und mehr. Diese Verluste durch ausgiebigere Zerkleinerung des Reibsels zu vermeiden, ist wenig Aussicht, da alsdann die Fasern noch feiner würden und sich schwerer von der Stärke trennen lassen würden.

3. **Auswaschen der Stärke aus dem Kartoffelbrei.** Der geriebene Kartoffelbrei enthält ausser dem Fruchtsaft, Zellwänden (Cellulose), freien Stärkekörnchen noch geschlossene Kartoffelzellen: durch geeignete Siebvorrichtungen (Drahtgewebe, Seidengaze, gelochtes Blech) und unter Zuhilfenahme eines Wasserstromes trennt man die Stärke von den faserigen Bestandtheilen, die, mit unausgewaschener Stärke gemischt, als **Pülpe** zurückbleibt. Um Wasser zu sparen, wäscht man zuweilen den Brei zuerst mit verdünntem Fruchtwasser, d. i. bereits benutztem Waschwasser, und erst die von Stärke möglichst befreite Fasermasse mit frischem Wasser; Bürsten erleichtern die Trennung von Stärkekörnern und Kartoffelzellen.

Man unterscheidet Bürstenbottichsiebe und Bürstencylinder (Extrakteure); rotirende Vollcylinder und Schüttelsiebe.

Bürstmaschinen mit horizontalem, flachem Sieb haben den Nachtheil gezeigt, dass sich die Siebe leicht unter dem Druck der Bürsten biegen und unwirksam werden; man verwendet daher vielfach kreisförmige oder halbkreisförmige, auch rinnenartige Siebe, die mit Erfolg durch perforirte Kupferplatten ersetzt worden sind.

[1] Leipzig-Gohlis. Versuchsanstalt f. d. Stärkeindustrie.

Als Beispiel eines rationell funktionirenden Bürsten- und Cylindersiebes sei dasjenige von Huck & Stolz (Fig. 122) beschrieben. *A*, *B* und *C* sind drei verschieden weite Cylinder. Der Mantel von *A* besteht aus einem feinen Drahtsieb Nr. 25 [1]). Der von der Reibe kommende Kartoffelbrei wird mittels einer Schöpfvorrichtung durch eine seitliche Oeffnung nach *A* geschafft. Innerhalb des Siebcylinders befindet sich ein zweiter Cylinder *b* aus gelochtem Metallblech; in diesen fliesst aus einem höher liegenden Reservoir Wasser durch das Rohr *a''*, das sich durch die feinen Löcher über den in *A* befindlichen Kartoffelbrei gleichmässig vertheilt. Der Kartoffelbrei rückt in Folge der kontinuirlichen Drehung des Cylinders allmählich vorwärts und gelangt, nachdem er vom grössten Theil seines Stärkegehaltes erschöpft wurde, in den zweiten Cylinder *B*, der oben nicht mit einem Siebe, sondern mit

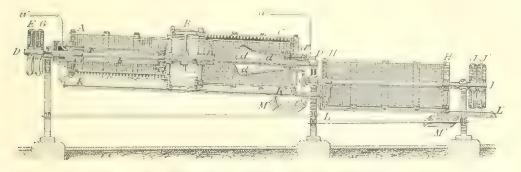


Fig. 122. Bürsten- und Cylindersieb von Huck & Stolz

Kupferblech überzogen ist. Hier wird der Brei neuerdings mit frischem Wasser aufgerührt und gelangt dann in den dritten, mit Drahtgewebe Nr. 35 bespannten Cylinder *C*, in welchem der Wasserzufluss durch das durchgebohrte und gelochte Rohr *d* (von der Röhrenleitung *a'''* gespeist) erfolgt. In den Cylindern *A* und *C* wird der Brei durch ein mit Bürsten besetztes Rührwerk, im Cylinder *B* aber durch ein **T**-förmig gestaltetes Eisen bearbeitet. Diese Rührwerke sind mittelst Armen an der Welle *DD'* befestigt, welch letztere durch die Riemenscheibe *G* in Umdrehung versetzt wird. Die drei zusammenhängenden Cylinder *A*, *B* und *C* tragen an ihren beiden Enden Ansatzstücke, die in Lagern ruhen. Auf dem Ansatz bei *D'* ist ein Zahnrad aufgezogen, in welches ein zweites auf der Welle *I* sitzendes Zahnrad eingreift; die Bewegung der letzteren Welle erfolgt durch die Riemenscheibe *J*. Auf die beschriebene Art rotiren nun sowohl die ganzen Cylinder, als auch die Rührvorrichtungen, und zwar beide in entgegengesetzter Richtung. Während die Cylinder in der Minute 22 Umdrehungen machen, drehen sich die Bürsten in derselben Zeit 35mal um ihre Achse.

Das aus den Sieben *A* und *C* abfliessende Wasser, welches Stärkemehl enthält, sammelt sich in der die Cylinder umgebenden halbkreisförmigen Rinne *K* und tritt von deren unterem Ende durch eine entsprechend grosse Oeffnung in das Kopfende eines weiteren Siebcylinders *HH'* (Repassirsieb), welches mit einem weit feineren Draht-

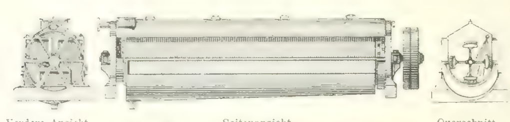
[1]) Die Nummern bezeichnen die Anzahl der auf einer Länge von 27 mm befindlichen Fäden.

geflechte (Nr. 50) als die Cylinder *A*, *B* und *C*, bespannt ist. Hier werden die feineren durch die anderen Siebe passirten Fasertheilchen aus dem Stärkemehl abgesondert und zurückgehalten, während das feinkörnige Stärkemehl sammt dem Wasser längs der Rinne *L* direkt in die Absetzbottiche oder auf eine schiefe Ebene geleitet wird. Die Fasern werden an den unteren Theilen der Cylinder durch entsprechende Oeffnungen herausgeworfen, fallen in die Behälter *M* und *M'*, von denen der erstere für die Cylinder *A*, *B* und *C*, der letztere für das Repassirsieb *HH'* dient (v. Wágner).

Um bei diesem und ähnlichen Apparaten die leicht vorkommende Verstopfung der feinen Siebe durch die Fasern zu verhüten, bringt man nach Payen ein fein geschlitztes Wasserleitungsrohr parallel zur Achse des Siebcylinders an und spritzt ständig mit Wasser unter starkem Druck von aussen Alles ab, was sich innen an das Sieb ansetzt.

Falls man nur wenig Betriebswasser zum Auswaschen der Stärke zur Verfügung hat, sind besondere Modifikationen am Apparat vorgenommen worden (vergl. v. Wágner).

Eine andere Verbesserung bewirkt eine höhere Ausbeute dadurch,



Vordere Ansicht. Seitenansicht. Querschnitt.

Fig. 123, 124, 125. Bürstenextrakteur.

dass man die Pülpe nochmals wäscht, nachdem sie erst durch ein Walzenpaar weiter zerkleinert ist, wobei sämmtliche Zellenwandungen zerrissen werden.

Sehr verbreitet in den Kartoffelstärkefabriken ist der sogenannte „Bürstenextrakteur", Bürstmaschine, Fig. 123 bis 125 (Zeichnung und Beschreibung d. Uhland's Mitth. f. d. g. Stärkeindustrie **1890**. 114). Sie werden auch Auswaschmaschinen genannt, da sie sich besonders zum Auswaschen der wiederholt zerkleinerten Masse eignen. Die beiden ersten Figuren zeigen die Maschine in der Ansicht, die dritte im Querschnitt. Sie besteht aus einem eisernen Rahmen, der aus zwei gusseisernen Kopfstücken, verbunden durch]-Eisen, gebildet wird. An diesem eisernen Rahmen ist unten ein Metallsieb in Form eines Halbcylinders befestigt, unter dem sich eine Blechmulde befindet, welche die Stärkemilch aufnimmt, die durch die Sieböffnungen austritt. Der bewegliche Theil der Maschine besteht aus einer rotirenden Welle, auf welcher entweder Armkreuze aufgesteckt sind, die auf Längsstäben Bürsten tragen, oder besser aus einer durchbohrten hohlen Welle, durch welche eiserne Stäbe gesteckt sind, die als Bürstenträger dienen. Diese Eisenstäbe sind mit Gewinde versehen und lassen sich durch Muttern derart einstellen, dass die Bürsten stets an dem Siebmantel anstreifen. Die Bürsten sind nicht senkrecht zur Achse der Maschine eingesetzt, sondern so viel schief gestellt, dass sie eine Spirale bilden, welche transportirend wirkt und das Reibsel von einem Ende der

Maschine zum anderen befördert. Oberhalb der Bürstenwelle liegt ein Spritzrohr, welches am besten seitlich gelagert wird und zwar auf derjenigen Seite des Extrakteurs, an welcher die Bürsten sich bei der Rotation nach oben drehen, wie der Querschnitt zeigt.

Die Wirkungsweise des Extrakteurs ist folgende. Das Reibsel wird an dem einen Ende der Maschine aufgegeben und wird von den Bürsten in mässigem Tempo durch die Maschine transportirt, um endlich am anderen Ende, von der Stärke befreit, ausgeworfen zu werden. Ausser dem Transportiren fällt den Bürsten die Aufgabe zu, den Siebmantel rein zu halten und die Fasertheile, welche sich in die Siebmaschen setzen, aus denselben zu entfernen. Das Entfernen der Stärke aus dem Reibsel hat ein kräftiger Wasserstrahl, nicht die Bürste zu besorgen. Ein Hauptübelstand des Extrakteurs ist, dass stets nur 50 bis 70 % der Siebfläche von Reibsel bedeckt sind und der Rest nicht ausgenutzt wird.

Verwendet man Waschvorrichtungen ohne Bürsten, um deren Angriff auf die Siebe zu vermeiden, und wäscht den Brei sowie die durch Walzen gequetschte Pülpe nur mit Wasser aus, wie im Laine's kontinuirlichem Siebapparat, so ergibt sich der Uebelstand, dass die Stärke ungleichartig auf den Sieben ablagert, einzelne Stellen des Siebes bleiben frei und das Wasser unausgenutzt abfliesst. Dieser Uebelstand wird durch Siemens' Rüttelsieb umgangen. Die Konstruktion desselben zeigen Fig. 126 und 127 (aus Siemens' Mitth. über Brennerei etc. Braunschweig. 1870).

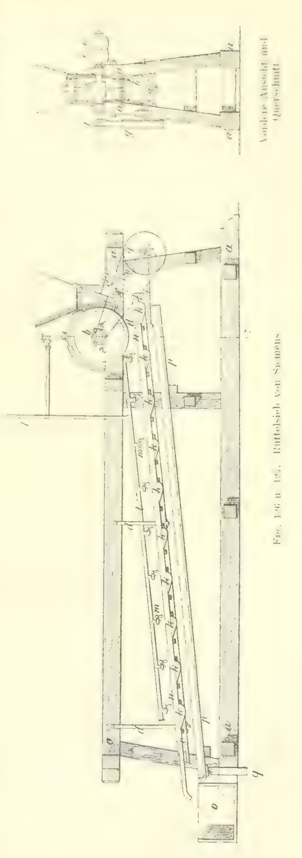


Fig. 126 u. 127. Rüttelsieb von Siemens. Vordere Ansicht und Querschnitt.

Auf einem Holzgestelle *a* ist der Reibcylinder *b* befestigt, von welchem der Kartoffelbrei direkt auf das Stoss- oder Rüttelsieb *cc* fällt, welches durch die Aufhängstangen *d*, *d*, *d* mit dem Gestelle verbunden

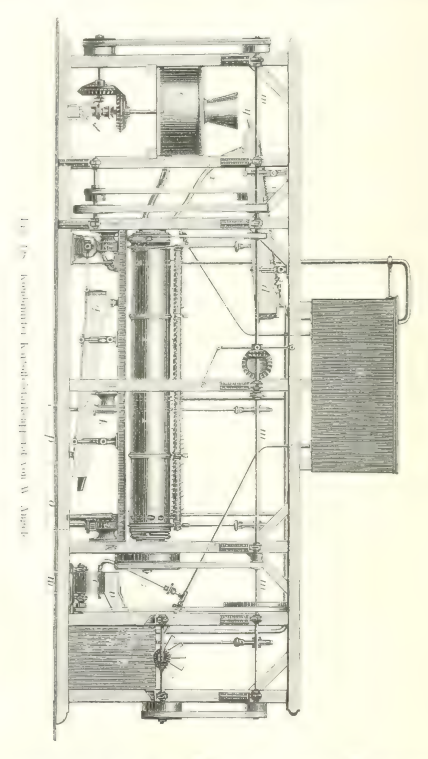


Fig. 108. Kombinierter Kartoffelstärkeapparat von W. Angele.

ist. Der Reibcylinder erhält seine Bewegung durch die Triebscheibe *e*. Die Rolle *f* überträgt die Bewegung des Cylinders auf die Scheibe *g* und durch diese wird die Kurbelachse *h* bewegt, die vermittelst der

Stange *i* mit dem Rüttelsiebe in Verbindung steht, welches sich dadurch auszeichnet, dass es nicht seiner ganzen Länge nach eine ununterbrochene Siebfläche bildet, sondern diese durch die Blechkästen *k*, *k* wiederholt unterbrochen wird. Das durch die Leitung *l* zugeführte Wasser wird hier durch die Hähne *m*, *m* nur in die Blechkästen *k*, *k* geleitet, aus welchen der darin mit dem Wasser vermischte Brei gleichmässig auf die Siebfläche *n* gelangt. Dieses Siebstück lässt das Wasser mit dem Stärkemehl ablaufen, während der Brei in den nächstfolgenden Kasten fällt, hier aufs Neue mit Wasser durchgeschüttelt wird, dann wieder auf dem nächstfolgenden Siebe sein Wasser und Stärkemehl verliert, bis er vollständig von diesem getrennt in den Behälter *o* fällt oder sonst eine Ableitung erhält. Das Wasser, welches mit dem Stärkemehl durch die Siebe läuft, wird an der Rinne *p* aufgefangen und hier durch das Rohr *q* in den Sammelbottich geleitet (v. Wagner).

Ein Apparat mit einer Siebfläche von 3,3 × 0,3 m vermag per Stunde den Brei von 400 bis 500 kg Kartoffeln völlig auszuwaschen.

Man verwendet Schüttelsiebe zweckmässig zur Weiterverarbeitung der vom Auswaschsieb kommenden pülpeartigen Stärkemilch sowie bei der Aufarbeitung von Schlammstärke (s. w. u.); sie dienen also als Raffinirsiebe und Schlammsiebe. Man kann sie ausserdem auch wenn auch weniger gut als Vorsiebe gebrauchen, die das Reibsel zur Nachzerkleinerung auswaschen.

Kombinirter Kartoffelstärkeapparat. Eine Kombination sämmtlicher der oben beschriebenen Apparate ist W. Angele (Berlin W.) patentirt worden (D.R.P. Nr. 16221). Die Anordnung des von einem Riemen getriebenen Apparates geht aus Fig. 128 hervor.

Die Kartoffeln werden in die Wäsche *b* gebracht, von welcher sie über die Rinne *c* in die Reibe *c* gelangen. Diese erhält durch β fortwährend Wasser. Der Brei gelangt dann in das Bassin *a*, aus dem er durch die Pumpe *h* nach dem Sieb *d* befördert wird. Dieses Sieb erhält durch eine Vorlegewelle mit konischen Rädern eine Schüttelbewegung, zur Abscheidung der losen Stärke. Die Milch läuft durch *x* nach der Milchmulde des Auswaschapparates *f*. Der Brei gleitet über das Sieb und bei *y* auf die Breimühle *e*, welche eng und weit gestellt werden kann, um hier zwischen zwei Steinen nochmals gemahlen zu werden.

Durch die Spirale des Auswaschapparates gleitet der Brei bis π. Die Stärkemilch läuft durch die Siebtrommel nach der Milchmulde γ. Die Pülpe verlässt den Auswaschapparat durch die Oeffnungen π und fällt in das Bassin *o*. Die Milch von der Milchmulde fliesst auf das Raffinirsieb *g*, welches ebenfalls eine Schüttelbewegung erhält. Die nun raffinirte Milch fliesst in das Milchbassin *p* und die unreine Schlammmasse nach dem Pülpebassin *o*. Aus dem Milchbassin *p* wird die Milch durch Pumpe *k* nach dem Absetzbassin befördert, während die Pülpe aus *o* durch Pumpe *i* nach dem Pülpebehälter geschafft wird.

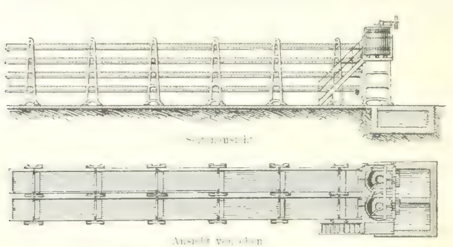
Das zur Fabrikation nöthige Wasser wird nach dem Reservoir *a* gepumpt, von welchem dasselbe nach den verschiedenen Maschinen mittelst Rohrleitungen vertheilt wird.

Sämmtliche Maschinen werden durch zwei Transmissionswellen *m* getrieben. Die Vortheile, welche dieser kombinirte Kartoffelstärkeapparat bietet, sind nach Angabe der Fabrik folgende:

1. Bedeutende Raumersparniss; 2. Fundamente und gemauerte Pumpenbassins sind nicht erforderlich; 3. nur eine Maschine ist zu überwachen; 4. Ersparniss an Transmissionstheilen, Rohrleitungen und Riemen; 5. geringer Kraftverbrauch und bequeme Handhabung des ganzen Apparates, sowie leichte Zugänglichkeit zu sämmtlichen einzelnen Maschinen; 6. geringe Abnutzung aller Theile und geringer Verbrauch an Schmiermaterial.

4. **Verarbeitung der Stärkemilch und Reinigen der Stärke.** a) Absetzen. Die aus den Waschmaschinen erhaltene Flüssigkeit enthält die Stärke, verunreinigt mit fein vertheilter Cellulose, Schleim etc.; man leitet sie in grosse cementirte Bottiche, in denen die Stärke zu Boden sinkt. Lässt man überstehende Flüssigkeit, sobald sie klar geworden ist, ab, so hinterbleibt Rohstärke, bedeckt von einer graugelben, unreinen Masse aus kleinen Stärkekörnchen und mechanischen Verunreinigungen, die als **Schlamm-, Schmutz- und Hinterstärke** besonders verarbeitet wird.

Als **Untertauchsystem** empfiehlt **Saare** ein Absetzverfahren,



Ansicht von oben

Fig. [illegible] Absetzen.

bei welchem die Stärkemilch nicht wie üblich an die Oberfläche der Bottiche gebracht wird, sondern durch geeignete Scheidewände an deren Boden gelangt und in die Höhe steigt, wobei sich die Stärke absetzt und das Fruchtwasser ständig von unten nach oben steigt. Das Absetzen findet schneller statt, und es wird an Raum gespart.

Vortheilhafter als das umständliche Absetzen der Stärke in Bottichen ist dasjenige in **Rinnen**, das auch ein besseres Fabrikat liefert, da das Fruchtwasser beim längeren Stehen über der Stärke dieser einen gelben bis grauen Ton verleiht. Zu dem Ende lässt man die Stärkemilch über eine schiefe Ebene mit schwacher Neigung fliessen, wobei sich Stärke ablagert, während die Fasertheile vom Wasser fortgerissen werden. Da für eine Fabrik, die z. B. in 24 Stunden 20000 kg Kartoffeln verarbeitet, eine wirksame Rinne 80 m lang und 1,1 m breit sein muss, zerlegt man sie zweckmässig in mehrere über einander liegende. Die Stärkemilch fliesst aus einem Bottich mit Rührwerk, wie die Fig. 129 und 130 (**Uhland 1890**, 7) zeigen, in beiden Richtungen über die Rinnen hin und das Fruchtwasser gelangt in Absetzbottiche und

scheidet noch Stärke ab, die besonders verarbeitet wird, meist gemeinsam mit der Schabestärke.

b) Schlämmen. Die weitere Reinigung der Rohstärke erfolgt durch Schlämmen in den Wasch- oder Quirlbottichen. Hier wird die zähe Stärke durch ein Rührwerk mit etwa $^{1}/_{3}$ ihres Volumens Wasser zu einer gleichmässigen Masse verrührt; dann lässt man absetzen und zieht die Flüssigkeit durch seitliche Oeffnungen von oben nach unten vorsichtig ab.

Ueber der reinen Stärke liegt wieder graue, unreine Schlammstärke, die abgekratzt wird, worauf man den Vorgang so lange wiederholt, bis beim Ablassen des Wassers rein weisse, glatte Stärke mit ca. 45 % Wasser verbleibt, grüne oder Nassstärke.

Da sich zuweilen die Stärke nur schwer aus dem Waschwasser absetzt, hat man demselben mit günstigem Erfolg Schwefelsäure zugesetzt. Die auf diese Weise erhaltene Stärke soll jedoch nicht für Appreturzwecke, sondern nur zur Verarbeitung auf Stärkezucker verwendet werden.

c) Das Centrifugiren ist anfänglich zur Entwässerung in die Stärkefabrikation eingeführt und erst später auch zum Reinigen benutzt worden; voraussichtlich steht ihm zu dieser Verwendung noch eine Zukunft bevor. Für Kartoffelstärke findet die Raffination durch Centrifugen wesentlich weniger Verwendung als für Weizen-, Mais- und Reisstärke.

Die Reinigung der Stärke durch Centrifugiren beruht auf folgendem Prinzip: Bringt man in einen schnell rotirenden, vertikal stehenden Cylinder Stärkemilch, so lagern sich an dessen Innenwandungen zuerst Sand und andere mechanische Verunreinigungen ab und dann reine Stärke, auf welcher sich, noch näher zur Mitte der Trommel, die leichteren Zellstofftheilchen etc. absetzen. Die aus der Stärkemilch durch die Centrifugalkraft gegen die Trommelwände gepressten festen Theile bilden dort eine so feste Masse, dass sich dieselbe beim Stillstand der Centrifuge bequem von dem Wasser trennen lässt.

Anders ist es, wenn der Mantel des Cylinders (Centrifugentrommel) nicht geschlossen, sondern mit Löchern versehen ist, welche durch irgend einen Filterstoff bedeckt sind, der zwar Wasser, nicht aber feste Körper durchlässt; alsdann bahnt sich das Wasser einen Weg durch die festen Körper hindurch und wird durch die durchlöcherte Trommelwand ausgeschleudert, in Folge dessen geht die sortirende Wirkung nicht so gründlich vor sich wie bei einer geschlossenen Trommel. Es hängt deshalb von dem Zwecke ab, welchen man mit den Centrifugen erzielen will, ob man solche mit geschlossener oder solche mit durchlässiger Trommel anwendet. Die erste Art von Centrifugentrommeln (geschlossene Trommeln) wird benutzt, wenn es sich hauptsächlich darum handelt, zu sortiren oder zu raffiniren, nämlich die in Wasser suspendirte Stärke von beigemischtem Kleber, Zellstofftheilen etc. zu trennen, wogegen die Centrifugen mit durchlöcherter Trommel hauptsächlich zum Entwässern der Stärke dienen (Uhland).

Von den zwei Systemen der Centrifugen: solchen mit beweglichen Spindeln (Puffercentrifugen) und solchen mit festen Spindeln (englisches System) hat sich das letztere dort besonders bewährt, wo man

feste Fundamentirung vornehmen kann, während man die Puffercentrifugen auch auf bewegliche Fundamente in der ersten Etage stellen kann. Ueber die Apparate selbst s. beim Trocknen der Stärke.

d) **Das Reinigen der Stärke durch Bleichen** findet namentlich dann Anwendung, wenn man faule oder kranke Kartoffeln verarbeitet. In Vorschlag gebracht sind Schweflige Säure, Schwefelsäure, Chlorwasser, Chlorkalk allein oder zusammen mit Schwefelsäure u. A. Wesentlich kommt es bei Anwendung dieser Mittel darauf an, die Säure völlig zu beseitigen, zu welchem Zweck man das Waschwasser am besten mit etwas Soda oder Ammoniak versetzt. Oft wird auch die

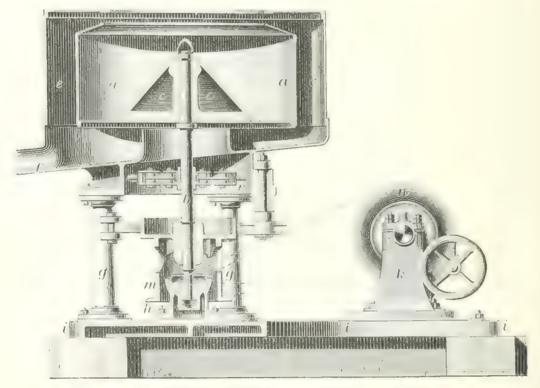


Fig. 151. Centrifuge für die Stärkeindustrie von Seele & Co.

schwach gelbliche Farbe der noch cellulosehaltigen Stärke durch Zusatz von etwas Ultramarin verdeckt.

e) Die Verarbeitung der Schlammhinterstärke, die neben ca. 90 bis 94 % Stärke 10 bis 6 % Fasern enthält, ist sehr schwierig, weil sich beim Schlämmen gern beide Bestandtheile gemeinsam ablagern. Sie wird entweder nochmals in die Fabrikation gebracht oder man verkauft sie als minderwerthige Sorte.

5. **Trocknen der Stärke.** Die abgetropfte, sogen. **grüne** Stärke enthält ca. 45 % Wasser; an der Luft getrocknet ca. 36 %. Wird die Stärke centrifugirt, so bleiben noch ca. 23 % zurück, die nur durch Erwärmen zu entfernen sind.

Die ersten Centrifugen für die Stärkeindustrie hat Fesca (Berlin) konstruirt. Die Trommel war radial in sechs Theile zerlegt und wurde während des Betriebes mit der erforderlichen Menge Stärkemilch (70 bis 75 kg mit 35 bis 38 kg Stärke) versehen und machte in der Minute

1000 Umdrehungen. Nach etwa 10 Minuten tritt kein Wasser mehr aus und der Prozess ist alsdann beendet; dann wird die Trommel abgenommen und eine neue eingesetzt. Der herausgenommene kreideartige Stärkekuchen wird durch ein Schabeeisen von der Schmutzstärke befreit und dann getrocknet.

Eine ähnliche Konstruktion, doch ohne Theilung, von Seele & Co. (Braunschweig) zeigt Fig. 131. Die Trommel *a* ist mittelst einer Feder, welche in eine entsprechende Nute der Achse *b* eingreift, auf diese geschoben und oben durch eine Schraubenmutter an der Spitze des Konus *cc* befestigt. Der Ring, den diese Schraubenmutter trägt, dient zum Anbringen eines Flaschenzugs, mit dessen Hülfe Trommel und Achse bei etwa nöthigen Reparaturen leicht aus Gehäuse und Lager gehoben werden können. Der die Trommel rings umgebende Mantel *ee* von dünnem Eisenblech ist auf einem gusseisernen Unterboden befestigt, dessen schräge Fläche das ausgeschleuderte Wasser durch den Stutzen *f* abfliessen lässt. Diesen Unterboden, an dem auch das Sternbufferlager *l* befestigt ist, tragen drei eiserne Säulen *gg*, welche auf die gusseiserne Grundplatte *ii* geschraubt sind, deren Fundament endlich das unterliegende Geschlinge von starkem Eichenholz bildet.

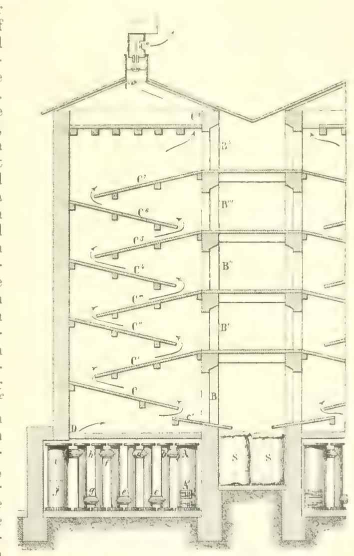


Fig. 132. Trockenthurm von Lacambre & Persac.
Nach v. Wagner.

Für die **Dextrin- und Stärkezuckerindustrie** kann die grüne Stärke ohne Weiteres Verwendung finden, dagegen muss die **Handelsstärke** auf einen Gehalt von ca. 18 bis 20 % Feuchtigkeit gebracht werden. Die hierzu erforderlichen Oefen werden am besten mit dem Abdampf der Betriebsdampfmaschine geheizt und müssen so arbeiten, dass die abziehende Luft völlig mit Wasserdampf gesättigt ist und dass die am stärksten getrocknete Stärke mit der trockensten Luft in Berührung

kommt; ferner soll die feuchte Stärke zur Vermeidung von Kleisterbildung nicht zu stark erhitzt werden (nach Saare soll sie sich nicht über 31° erwärmen), während die trockene eine Temperatur von 75 bis 80° verträgt.

Meist stellt man in den Trockenstuben zum Aufschütten der feuchten Stärke hölzerne, mit Sacktuch überspannte Rahmen (Horden) in geeigneten Gestellen auf (Hordentrocknung).

Eine ziemlich häufig verwendete Konstruktion besitzt der Trockenthurm von Lacambre & Persac, von dem Fig. 132 die eine der beiden symmetrischen Hälften zeigt. Dieser Apparat, in welchem die Stärke nach und nach einer Temperatur von 25 bis 100° ausgesetzt wird, besteht aus einem der zu trocknenden Stärkequantität entsprechend grossen gemauerten Raum, unter dem die Heizvorrichtung angebracht ist. Die letztere besteht aus einem grossen Ofen A, der bei A' geheizt wird, und aus welchem die heissen Verbrennungsprodukte durch die eisernen Röhren b, c, d, e, f, g, h, i, j zirkuliren, um endlich, nachdem sie den grössten Theil ihrer Wärme abgegeben und ausgestrahlt haben, durch i und j in den Schornstein zu entweichen. Die äussere Luft dringt durch an dem Boden des Raumes angebrachte Oeffnungen ein, erwärmt sich, indem sie mit den Heizröhren in Berührung kommt, und entweicht durch die Oeffnung D in den Trockenraum, wo sie in der Richtung der Pfeile allmählich über die geneigten Flächen C, C', C'', C''', C^4, C^5, C^6 und C^7 streicht und schliesslich durch die Oeffnungen C^8, C^9 und C^{10} mit Feuchtigkeit beladen entweicht. Das Stärkemehl bewegt sich in entgegengesetzter Richtung. Es wird durch die Thür B^4 eingetragen und auf der Tafel resp. schiefen Fläche C^7 ausgebreitet; nachdem es hier eine Zeit lang verweilt hat, wird es auf die Tafel C^6 geschaufelt und so fort über die Platten C^5, C^4, C''' etc. von den entsprechenden Thüren B''', B'', B' und B aus gezogen, bis es endlich vollständig trocken unten bei C ankommt und dann über c' durch die Thür B in bereitstehende Säcke S, S' entleert wird. Dieser Trockenofen arbeitet kontinuirlich, so dass, sobald die 1. Stärkepartie die oberste Tafel C^7 verlassen hat, sofort eine frische Partie nasser Stärke auf diese gebracht wird: es wird somit jedesmal, wenn unten bei c' das trockene Produkt herausgezogen wird, von allen Tafeln C', C'', C''' etc. die Stärke um je eine schiefe Ebene herab zugeschaufelt, die oberste, leer gewordene Tafel aber mit frischer Stärke gefüllt (v. Wágner).

Rationeller arbeitet der Angele'sche Trockenapparat (Fig. 133): derselbe wird durch Abdampf erwärmt, welcher mittelst eiserner Röhren in eiserne Heizkästen von 1 m Breite und 1.2 m Länge geleitet wird; in diesen Kästen bewegt sich die Stärke auf Leinentüchern ohne Ende langsam von oben nach unten. Eine oben befindliche Streumühle vertheilt die Stärke gleichmässig in dünner Schicht auf das Tuch. Der Apparat besteht aus 11 bis 23 Etagen und trocknet per Stunde 250 bis 500 kg Stärke nur durch Abdampf bis auf 18 % Feuchtigkeit.

Auf das Kanaltrocknungssystem von Uhland (Mitth. f. d. Stärkeindustrie 1890. 4, 86) sei hingewiesen; ebenso auf die Herstellung von Stärkeblöcken nach Uhland's Patent.

Von anderen Systemen wird der kontinuirliche Stärketrocknungsapparat von H. Schmidt (Küstrin) empfohlen, in welchem die Stärke sich mit Hülfe von Bürsten in warmen eisernen Cylindern

bewegt. Sie verlässt den Apparat mit 24 % Wasser und wird dann in Kammern nachgetrocknet.

Fehrmann's Apparat, der nach Saare besonders für mittlere

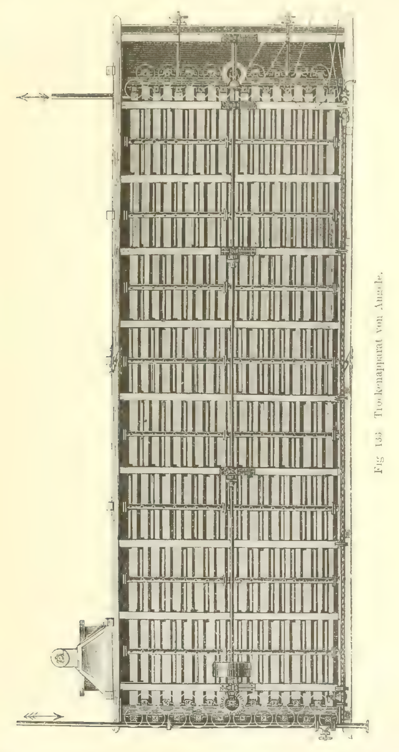


Fig. 133. Trockenapparat von Angele.

Fabriken vortheilhaft ist, besteht aus einer Trommel, in welcher Stäbe die Stärke auf und nieder bewegen; die heisse Luft wird durch einen Kanal der Trommel zugeführt.

Die getrocknete Stärke kommt von den Apparaten, in welchen sie bewegt wird (Schaufeln, Tuch ohne Ende etc.) als Kartoffelmehl, das eventuell noch in Kugelmühlen etc. gemahlen oder gesiebt wird. Die Hordentrocknung, Kanaltrocknung etc. liefert die Stärke in Stücken.

Das Nebenprodukt der Fabrikation, die Pülpe, enthält noch erhebliche Mengen Stärke: bis 80% ihres Trockengewichtes bei schlechter Arbeit, 50% bei ausgezeichneter Arbeit. Ihre Zusammensetzung zeigt folgende Tabelle.

Bestandtheile	Menge in % in Probe Nr.					
	I	II	III	IV	V	VI
Wasser	[illegible]	88,7	82,1	80,7	94,8	86,1
Die Trockensubstanz enthielt:						
Eiweiss	14,6	6,2	6,1	4,4	6,8	4,9
Rohfaser	5,2	50,1	34,0	6,0	8,1	10,0
Fett	—	—	—	—	0,5	0,9
Stärkemehl	78,3	40,2	59,0	60,0	60,7	78,1
Dextrin				—	5,2	
Traubenzucker				—	0,3	
Sonstige stickstofffreie Substanzen				27,8	15,3	
Asche	6,1	3,5	2,9	1,8	3,1	2,1

Man erhält aus 100 kg Kartoffeln 50 bis 60 Thle. nasser Pülpe mit 7 bis 12 Thln. Trockensubstanz, die noch 5 bis 6 Thle. Stärke enthalten. Doch sinkt der Verlust auf ca. 3 Thle. in der Pülpe, wenn man nach Fesca's Vorschlag die Pülpe wie oben angegeben zerreibt und den Brei wiederholt in Cylindersieben wäscht.

Verwendung findet die Pülpe meist als Viehfutter; hierbei ergibt sich jedoch nicht nur die Schwierigkeit, dass der grosse Wassergehalt das Vieh schwächt, sondern die Pülpe lässt sich auch ohne Zersetzung schwer aufbewahren.

Daher ist von Büttner & Meyer (Uerdingen) ein Trockenverfahren eingeführt worden, das die Pülpe in ein werthvolles, haltbares Futter umwandelt. Sie wird durch Siebe zunächst auf einen Gehalt von 10 bis 12% Trockensubstanz gebracht, dann gepresst (auf 22% Gehalt) und schliesslich getrocknet, bis sie nur 12 bis 14% Feuchtigkeit enthält. Aus dem Wasser der Apparate wird noch Stärke abgeschieden. Die Kosten sind 0,6 M. per 50 kg getrocknete Pülpe. Die Zusammensetzung der getrockneten Pülpe ist folgende:

Wasser	14,60
Eiweiss	4,38
Fett	0,20
Rohfaser	8,00
Asche	3,25
Stickstofffreie Extraktstoffe	69,57

Ausser als Viehfutter hat man die getrocknete Pülpe auch als Zusatz zu Brot verwendet. Theilweise ihres Wassergehaltes beraubt, soll sie sich auch direkt in der Branntweinbrennerei, der Bierbrauerei, der Stärkezuckerfabrikation benutzen lassen.

Gewinnung von Stärke aus der Pülpe. Nach dem Völkerschen Verrottungssystem (s. w. u.) verarbeitet man die feuchte Masse auf Stärke, indem man sie in Haufen von 1,5 bis 2 m Höhe locker aufschichtet und dem Einfluss der Luft aussetzt. Unter Erhöhung der Temperatur bis auf 40° tritt eine Gährung ein, die nach etwa

8 Tagen beendet ist und die Zellwände derart gelockert hat, dass sich die Stärke leicht auswaschen lässt; die Zersetzung von Eiweiss, Zucker etc. findet hierbei ohne Entwickelung übelriechender Gase statt. Die verrottete Pülpe wird auf Siebflächen mit Kollergängen behandelt; die ausgewaschene Stärke ist zwar nicht völlig weiss, aber weniger grau als diejenige aus wiederholt zerriebener und ausgewaschener Pülpe; sie findet in der Syrupfabrikation Verwendung.

In ähnlicher Weise werden nach Völker's (D. 11. 380; 76. 213; s. auch v. Wágner S. 203) Vorschlag auch ganze Kartoffeln verarbeitet. Dieser Verrottungsprozess gestattet zwar höhere Ausbeute, hat sich aber doch in Folge vielfacher Uebelstände nicht einbürgern können.

Wenn man die Pülpe nicht in einer der angegebenen Weise behandelt, sondern sie längere Zeit feucht an freier Luft liegen lässt, so verpestet sie durch die stattfindende Fäulniss Boden und Wasser; auch in die Abwässer der Fabrik soll sie nicht eingelassen werden.

Die Stärkeausbeute ist bereits oben bei der Pülpe erwähnt worden. Im Allgemeinen gehen mit der Pülpe 5 bis 6 % Stärke verloren, d. h. bei der Annahme eines mittleren Stärkegehalts der Kartoffeln von 18 % beträgt der Verlust etwa 33 %. Bei einer Nachbearbeitung der Pülpe nach Fesca (s. o.) sinkt der Verlust auf etwa 25 %.

Bei der Verarbeitung gesunder, reifer, sandfreier Kartoffeln garantirt Angele bei dem angegebenen Stärkegehalt der Kartoffeln die folgenden Ausbeuten:

Gehalt an absolut trockener Stärke pro 100 kg Kartoffeln	Ausbeute in Kilogramm lufttrockener Stärke (von 19 % Feuchtigkeit)			
	Prima	Sekunda	Schlammstärke	Summa
15 %	12,00	0,82	0,20	13,02
16	13,27	1,12	0,21	14,60
17	14,27	1,36	0,22	15,85
18	15,17	1,56	0,23	16,96
19	15,97	1,73	0,24	17,94
20	16,70	1,88	0,25	18,83
21	17,43	2,03	0,26	19,72
22	18,18	2,19	0,27	20,64
23	18,96	2,37	0,28	21,61
24	19,81	2,57	0,29	22,67
25	20,71	2,81	0,30	23,82

Saare (Zeitschr. f. Spiritusind. 1883. 174) gibt in den Berichten über seine Versuche betreffend die Ausbeute u. A. an:

Die Verarbeitungskosten betragen für 1 Wispel (= 25 Ztr.) Kartoffeln

in Nassstärkefabriken 6,25 bis 7,50 M.,
in Trockenstärkefabriken 6 bis 10 M.,

wobei meist die Amortisation mit einbegriffen ist. Wie wesentlich dabei aber die Kohlenpreise eingreifen, geht schon daraus hervor, dass für Verarbeitung von 1 Wispel Kartoffeln bei günstiger Lage 0,7 bis 1 M., bei ungünstiger bis 4 M. auf Ausgaben für Kohlenbedarf gerechnet

wird. Als Unkosten für die Herstellung von trockener Kartoffelstärke aus feuchter Stärke werden pro Sack 0,75—1 M. gerechnet (Uhland).

Zur Herstellung von 1 Ztr. Stärke sind erforderlich:

Angabe der Kartoffelwaage	Bei ausgezeichneter Arbeit		Bei guter Arbeit		Bei mittlerer Arbeit		Bei schlechter Arbeit	
	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke	feuchte Stärke	trockene Stärke
%	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.	Ztr.
24	2,4	4,0	2,5	4,1	2,6	4,4	3,0	5,0
22	2,6	4,4	2,7	4,6	2,9	4,9	3,5	5,7
20	2,9	4,9	3,1	5,1	3,3	5,5	4,0	6,6
18	3,3	5,5	3,5	5,8	3,8	6,4	4,8	7,9
16	3,8	6,4	4,1	6,7	4,6	7,6	5,9	9,8
14	4,6	7,6	4,9	8,0	5,5	9,3	7,7	12,8
12	5,5	9,3	6,0	10,1	7,1	11,9	11,1	18,5

Verwendung des Fruchtwassers. Das aus dem Kartoffelbrei ausgewaschene Fruchtwasser geht in Folge seines starken Eiweissgehaltes leicht in Fäulniss über und darf daher nicht in Bach- oder Flusswasser abgelassen werden. Man hat vorgeschlagen, diese Abwässer in Bassins zu sammeln und mit Aluminiumsalzen und Kalk die stickstoffhaltigen, eiweissartigen Körper, sowie die Phosphorsäure zu fällen; der Niederschlag lässt sich als werthvoller Dünger verwerthen. Die klare Flüssigkeit kann dann ohne Schaden in die Flussläufe gelangen.

Nach Kette's patentirtem Verfahren wird der Proteïngehalt der Abwässer in Form von Viehfutter gewonnen, indem man sie mit Säure versetzt, am besten nachdem sie vorher einen Zusatz von wenig Wasserglas erhalten haben. Das Verfahren soll sich praktisch bewährt haben (Generalvers. d. Stärke- und Spiritusfabrikanten. Berlin 1884).

Am zweckmässigsten verwerthet man die Abwässer zum Berieseln von Wiesen, wie umfassende Versuche von Märcker mit den Waschwässern der Stärkefabrik zu Hohenziatz dargethan, denen wir nach Birnbaum (Lehrb. der landw. Gew.) im Nachstehenden folgen:

Die Fabrik verarbeitete im Winter 1874 auf 1875 1216 Tonnen Kartoffeln. Das Abwasser wurde zunächst durch zwei Absetzbottiche geleitet, in denen sich das in ihm noch suspendirte Stärkemehl ablagerte. Dann wurde das Wasser durch ein Röhrensystem in einen kleinen Sammelteich geleitet und hier, um es nicht zu konzentrirt auf die Wiesen zu bringen und zugleich eine regelmässigere Vertheilung der Pflanzennährstoffe auf die Wiesen zu erreichen, mit reinem Quellwasser verdünnt. So vorbereitet gelangte das Wasser auf eine Wiesenfläche von 7,5 ha, auf der es durch Bewässerungsgräben und Stauvorrichtungen gleichmässig vertheilt wurde. Das durch eine Drainage abfliessende Wasser wurde auf eine zweite Wiese von 2 ha und von da auf eine dritte von 2,5 ha geleitet. Jeden sechsten Tag wurde das Abwasser auf andere Ländereien geführt, die erwähnten 12 h erhielten also das Abwasser von fünf Sechsteln der gesammten verarbeiteten Kartoffeln, d. h. von 1014 Tonnen. Märcker berechnet, dass so jedem Hektar 550,64 kg Kali. 158,03 kg Phosphorsäure und 160,56 kg Stickstoff in löslicher Form zugeführt wurde. In der folgenden Tabelle ist die Zusammensetzung des vorerwähnten Abwassers (I.), des mit Quellwasser verdünnten (II.), des von der ersten (III.) und des von der zweiten Wiese (IV.) abfliessenden Wassers angegeben, die Zahlen bedeuten mg in l:

	I	II	III	IV
Feste Bestandtheile im Ganzen	1857,8	323,8	322,8	262,0
Organische Stoffe	1134,0	101,8	38,0	78,8
Anorganische Stoffe	723,8	222,0	284,8	183,2
Kali	212,5	55,0	41,2	8,2
Phosphorsäure .	56,6	5,5	Spur	Spur
Stickstoff . .	140,7	12,0	4,0	9,1
Ammoniak .	37,4	0	0	0
Salpetersäure	3,8	Spur	Spur	Spur

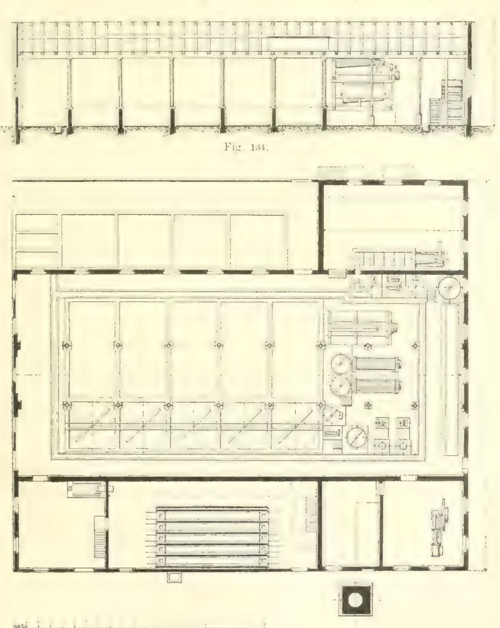


Fig. 134 u. 135. Kartoffelstärkefabrik nach System Uhland.

Das Heu, welches von den Wiesen geerntet wurde, war wesentlich besser als das ohne Berieselung erzeugte. Auf den Rieselwiesen gewachsenes Heu war

namentlich reicher an Mineralsubstanzen und an Eiweisskörpern, der Gehalt an letzteren stieg von 10,79 auf 15,85 % des lufttrockenen Heues. Märcker berechnet, dass die 7,5 ha grosse Fläche durch die Berieselung im Stande war, für 1332 M. leichtverdauliche Eiweissstoffe mehr zu erzeugen als vor der Berieselung.

Die Anlage einer grösseren Kartoffelstärkefabrik nach dem Entwurf von W. H. Uhland (Leipzig-Gohlis, Versuchsanstalt für die gesammte Stärkeindustrie) zeigen die Figuren 134 bis 139.

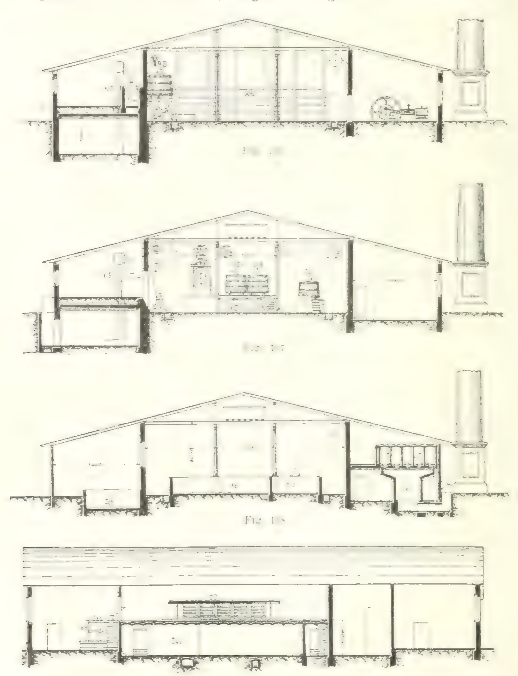


Fig. [illegible] bis [illegible]. Kartoffelstärkefabrik nach Uhland.

Bei der Anlage der Kartoffelstärkefabrik ist angenommen, dass die Billigkeit des Grundes und Bodens die Benutzung einer grossen

Grundfläche gestattet, was wohl bei den meisten Kartoffelstärkefabriken zutreffend sein wird. Das Gebäude bildet dann nur gewissermassen ein Dach über den Maschinen und kann mit einem Minimum von Kosten hergestellt werden. Der Arbeitsgang in der Kartoffelstärkefabrik gestaltet sich folgendermassen:

Von dem in einem Anbau befindlichen Kartoffelkeller werden die Kartoffeln durch einen Elevator *KE* (Fig. 136) in den Waschraum gehoben, werden dort zunächst von der anhängenden Erde befreit und gelangen hierauf in die Waschmaschine *Kw*, welche aus fünf Abtheilungen besteht, also genügend lang ist, um ein vollständiges Reinwaschen der Kartoffeln zu garantiren. In dem Waschraum ist ebenfalls noch genügend Platz vorhanden, um eine entsprechende Quantität Kartoffeln unterbringen zu können, was besonders bei kalter Witterung sich als zweckmässig erweist. Von der Waschmaschine fallen die gereinigten Kartoffeln auf die Kartoffelreibe *dR* und werden daselbst bei einmaligem Durchgang zu ganz feinem Reibsel zerkleinert, welches sich in dem mit Rührwerk versehenen Sammelbottich *sB* ansammelt, um sodann durch die Reibselpumpe *Rbp* auf den kombinirten Stärkeextraktionsapparat *CEA* gehoben zu werden. Dieser Extraktionsapparat besteht aus zwei Extrakteuren, zwischen welchen sich ein Nachzerkleinerungsapparat (Kegelmühle) befindet und einem Raffinirsieb. Von dem letzteren fliesst die ausgewaschene und gesiebte Stärke in die Absatzbottiche *Ab*, *Ab*. Die erschöpfte Pülpe wird von dem unteren Extrakteur ausgeworfen und in einem geeigneten Gefäss aufgefangen oder eventuell mittelst eines Transporteurs ins Freie geschafft.

Je nach dem Verfahren wird die Stärkemilch der Reihe nach in den einen Absetzbottich und dann in den anderen geleitet, bis sämmtliche Absetzbottiche gefüllt sind. Man kann aber den Betrieb auch derart einrichten, dass man die Stärke in den ersten Absetzbottich einlaufen und sie von dort in den zweiten überfliessen lässt u. s. f. Auf diese Weise wird sich eine grössere Quantität Stärke in jedem einzelnen Absetzbottich absetzen und man wird nicht so viel Raum für die Bottiche brauchen, als bei einer anderen Methode. Endlich lassen sich die Bottiche auch für die neuerdings aufgekommene Methode des Unterbetriebs verwenden.

Die in den Bottichen *Ab* abgesetzte Stärke wird, nachdem das Fruchtwasser abgelassen und der Dampf entfernt worden ist, in die Waschapparate *RB* übergeworfen und daselbst in der üblichen Weise gewaschen. Aus den Waschapparaten wird die Stärke durch die daneben liegende Pumpe *Sp* in den Rührbottich *csB* des Feinsiebes *Cs* gepumpt, von wo aus sie in einen in der Nähe des Cylindersiebes stehenden Sammelbottiche *sB* resp. wieder in die Waschapparate abläuft. Durch eine zweite Pumpe wird die reingewaschene Stärke in den Centrifugenbottich *CB* gepumpt.

Die beiden Centrifugen stehen dicht neben dem Bottich. Die centrifugirte Stärke wird gewöhnlich zerkrümelt, auf Horden gebracht und gelangt sodann in die Kanaltrocknung *CT*. Eventuell wird für dieses Zerkleinern der centrifugirten Stärke ein Dismembrator angewendet, der jedoch in den Plan nicht eingezeichnet ist. Die Schlammstärke, welche von den Absetzbottichen und von den Waschapparaten abgenommen wird, gelangt in die Schlammbassins *Shb*, die in einem

offenen Anbau auf der Rückseite der Stärkefabrik liegen. Dort überlässt man die Schlammstärke einem Verrottungsprozess, der nach Befinden 4 bis 6 Wochen dauert. Dann wird die Schlammstärke in passenden Zwischenräumen neben der laufenden Verarbeitung in einen der Waschapparate *E B* gebracht, dort tüchtig aufgerührt und gelangt sodann auf das Schlammsieb *Sh s*, resp. dessen Bottich *Sh B*. Die gesiebte Schlammstärke kommt nun auf die Absetzrinne und läuft zu diesem Zweck zunächst in den in der Nähe der Rinne stehenden Sammelbottich *I B*, von wo sie in den Rinnenbottich *A R B* gepumpt wird. Von diesem Bottich lässt man sie über die Rinnen *A R* laufen, welche vierfach über einander liegen. Die gute Stärke wird von den Rinnen abgenommen und dann in der Regel wie die Primastärke behandelt, resp. centrifugirt, während der Ablauf von den Rinnen in einem Bottich, der in den Plan nicht gezeichnet ist, aufgefangen wird. Die sämmtlichen Abwässer werden durch Kanäle *A B t* den Abwasserabsetzbassins zugeführt, welch letztere derart eingerichtet sind, dass sich etwa noch mitgeführte Stärke dort niederschlägt. Die Abwässer selbst werden dann in das Freie geleitet, um bei landwirthschaftlichem Betrieb womöglich zur Bewässerung der Wiesen Verwendung zu finden. Die Stärketrocknung, in welcher sich die Trockenkanäle *C T* befinden, ist etwas höher gelegt als der Fussboden der übrigen Fabrikräumlichkeiten, wie besonders aus den Fig. 138 und 139 zu ersehen ist. Es hat dies seinen Grund darin, dass es in diesem Fall nicht nothwendig ist, mit dem unterhalb der Kanäle liegenden Heizapparat wesentlich tiefer zu gehen als die Sohle des Fabrikgebäudes liegt. Wenn das Heraufschaffen der Stärke in den Trockenraum besondere Mühe verursachen sollte, kann man dies eventuell auch mit Hülfe eines kleinen Fahrstuhles bewerkstelligen.

Die getrocknete Stärke wird durch eine Schlotte, welche sich in einer Ecke des Trockenraumes befindet, auf die mit Dismembrator kombinirte Schlagsichtmaschine *Ssd* geworfen und daselbst zerkleinert und gesichtet, um dann in Säcke verpackt und versandt zu werden.

Eigenschaften. Die Stärkekörner der verschiedenen Pflanzen zeigen charakteristische Formen, die nach v. Wagner's Handbuch in Fig. 140 bis 153 abgebildet sind.

Fig. 140 stellt Kartoffelkörner bei 300facher Vergrösserung dar. *A* ist ein junges unentwickeltes Korn; *B*, *C* und *D* sind entwickelt. *F* stellt ein zusammengesetztes Korn dar; *G* ist ein Korn im polarisirten Licht mit dem Kernpunkt *k*, den Schichten *s* und dem Polarisationskreuz *p*.

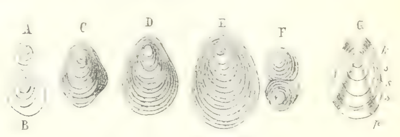


Fig. 140. Kartoffelstärke.

Ferner zeigt Fig. 141 Weizenstärke, und zwar die obere Reihe *A* bei 300maliger, hingegen die untere Reihe *B* bei 500facher Vergrösserung. *a* stellt grosse linsenförmige, *b* kleine Körner dar. *a'* ist ein linsenförmiges Stärkekorn, nachdem dasselbe mit verdünnter Chromsäure behandelt wurde.

Fig. 142 stellt die **Maisstärke** bei 300maliger Vergrösserung dar. *A* sind stärkeführende Zellen aus dem hornigen Theile des Maiskornes, *B* Kerne der

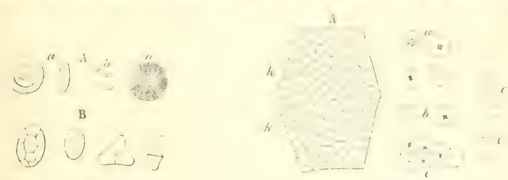
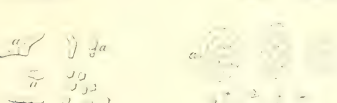


Fig. 141. Weizenstärke. Fig. 142. Maisstärke.



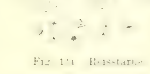


Fig. 143. Buchweizenstärke. Fig. 144. Reisstärke.

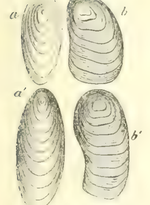


Fig. 145. Stärkekörner aus Dioscorea alata.



Fig. 146. Stärkekörnchen des Port-Natal-Arrowroot.

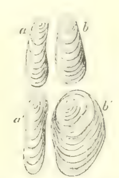


Fig. 147. Bananenstärke.

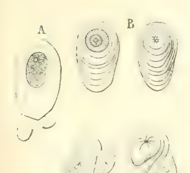


Fig. 148. Sagostärke.



Fig. 149. Stärkekörnchen von Manihot utilissima.

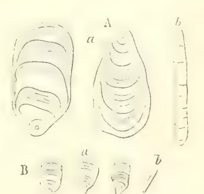


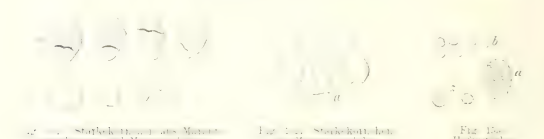
Fig. 150. Curcumastärke.

[illegible] sind Stärkekörner aus dem hornigen, *b* aus dem mehligen Theile des Maiskornes; *c c* sind zusammengesetzte Stärkekörner.

Fig. 143 ist Buchweizenstärke bei 300maliger Vergrösserung; *a* sind zusammengesetzte, *b* einfache Stärkekörner.

Fig. 144 ist Reisstärke bei 400facher Vergrösserung; *a* stellen zusammengesetzte, *b* einfache Stärkekörner und Bruchkörner aus dem Reiskorne dar.

Fig. 145 sind Stärkekörner aus den Knollen von Dioscorea alata (Dioskoreenstärke) bei 300maliger Vergrösserung; *a a'* stellt die Seitenansicht, *b b'* aber die vordere Flächenansicht dieser Stärkekörner dar.



[illegible] Stärkekörnchen aus Maranta [illegible] und Maranta indica.

[illegible] Stärkekörnchen aus Maranta nobilis.

Fig. 15[illegible] Haferstärke.

Fig. 146 stellt Stärkekörnchen des Port-Natal-Arrow-root bei 300facher Vergrösserung dar; *a* Seiten-, *b b'* Flächenansicht.

Fig. 147 sind Körnchen der Bananenstärke (von Musa paradisiaca), 300fach vergrössert; *a a'* Seiten-, *b b'* Flächenansicht.

Fig. 148 stellt die Sagostärke bei 300facher Vergrösserung dar, und zwar sind *A* Stärkekörner von Sagus Rumphii, *B* von Borassus flabelliformis.

Fig. 149 sind die 300fach vergrösserten Stärkekörnchen aus den Knollen von Manihot utilissima (Tapioka); *a* Zwillingskörner, *b b* Bruchkörner von der Seite, *b'* von der Fläche gesehen.

Fig. 150 ist Curcumastärke (ostindisches Arrow-root), 300fach vergrössert. *A* Stärkekörnchen von Curcuma leukorrhiza (*a* Flächen-, *b* Seitenansicht), *B* Stärkekörnchen von Curcuma angustifolia (*a* Flächen-, *b* Seitenansicht).

Fig. 151 stellt Stärkekörnchen aus den Knollen von Maranta arundinacea (*a*) und von Maranta indica, westindisches Arrow-root (*b*), bei 300facher Vergrösserung dar.

Fig. 152 stellt Stärkekörnchen aus den Knollen von Maranta nobilis, bei 300facher Vergrösserung dar, wobei *a* ein Bruchkorn ist.

Fig. 153 ist Haferstärke bei 300facher Vergrösserung, und zwar ist *a* ein zusammengesetztes Korn, *b* sind Theilkörner und *z* dieselben, etwas stärker vergrössert.

Die Grösse der verschiedenen Stärkekörner ist verschieden, je nach der Pflanze, von der sie stammen, den Organen, in denen sie sich vorfinden, und dem Alter (vergl. bei der Analyse).

Die eigenthümliche Schichtung des Kornes, wie sie besonders bei der Kartoffelstärke und der Hülsenfruchtstärke zu beobachten ist, rührt nach Naegeli (Die Stärkekörner. 1858.) von dem verschiedenen Wassergehalt der einzelnen um den Kern konzentrisch gelagerten Theile her; die äusserste Schicht ist hart und wasserarm, ihr folgt eine wasserreiche, dann eine wasserarme etc., bis schliesslich zum Kern, der weich und wasserreich ist. Nach anderen Autoren beruht die Schichtung auf der ständigen Anlagerung neuer Lamellen.

Die in der Pflanze vorkommenden Stärkekörner enthalten der Hauptmenge nach lösliche Granulose, das eigentliche reine Stärkemehl, dann gleichsam als deren Skelett Stärkecellulose (Amylocellulose), ferner Wasser und wenig Aschenbestandtheile. Granulose und Cellulose besitzen dieselbe prozentige Zusammensetzung; beim Kochen mit viel Wasser löst sich erstere.

Das Stärkemehl ist ein glänzendes, weisses, zwischen den Fingern knirschendes Mehl. Das spezifische Gewicht hängt von dem Wassergehalt der stark hygroskopischen Stärke ab; nach dem Trocknen bei 75 bis 87,5° ist das der Kartoffelstärke 1,614 (nach dem Trocknen bei 120° 1,65), der Weizenstärke 1,504, des Arrow-root, lufttrocken (15,3% Wasser) 1,5045, vollkommen trocken 1,5648.

Die völlig trockene Stärke nimmt schnell ca. 10% Wasser auf, dann weitere

10 %, ohne dadurch feucht zu werden; erst nachdem sie ca. 36 % Wasser absorbirt hat, ballt sie ein wenig zusammen und lässt sich nicht durch feine Siebe schlagen, ohne jedoch dabei feucht zu erscheinen. Je grösser der Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre ist, um so höher ist der Wassergehalt der Stärke, wie folgende Tabelle zeigt:

Wassergehalt in Prozenten.

Stärkeart	Feuchtigkeit der Atmosphäre		Stärkeart	Feuchtigkeit der Atmosphäre	
	73 %	100 %		73 %	100 %
Weizenstärke .	6,94	18,92	Buchweizenstärke .	10,85	20,02
Roggenstärke .	10,01	19,36	Reisstärke . . .	10,89	10,84
Kartoffelstärke .	10,33	20,92	Eichelstärke . .	11,96	22,98
Maisstärke . .	10,53	19,55			

Die Eigenschaft, sich, mit Wasser angefeuchtet, zusammenballen zu lassen, verliert die Stärke, wenn man sie mit Wasser, Alkohol und Aether extrahirt; hierbei bleibt reines, unlösliches Stärkemehl zurück.

Das reine Stärkemehl der verschiedenen Pflanzen ist zwar gleichartig, doch bedingt der mehr oder minder grosse Gehalt an Farbstoff (Chlorophyll), fettem und ätherischem Oel (0,0001 bis 0,01 %), Wachs, Faserstoff, Eiweiss, Salzen, wie sie das Naturprodukt zeigt, dass die technisch bereitete Stärke der verschiedenen Pflanzen nicht stets gleichartig ist.

Beim Erwärmen (Rösten) auf 200° geht völlig trockene Stärke in Dextrin (Stärkegummi) über, besonders bei Gegenwart geringer Mengen Säure; daneben bildet sich Stärke oder Traubenzucker.

Während kaltes oder lauwarmes Wasser (die 12- bis 15fache Menge) das reine Stärkemehl unverändert lässt, findet bei 55 bis 58° ein Aufquellen der Körner statt und bei höherer Temperatur ein Platzen derselben, unter Bildung einer schwammigen Masse, die mit Wasser den Kleister bildet. Die Temperatur, bei welcher diese Erscheinung eintritt, ist bei den verschiedenen Stärkearten verschieden, wie die nachstehende Tabelle von Lintner (Z. f. landw. Gew., vergl. auch Wittmack, im Lexikon der Verfälschungen v. Dammer, Leipzig 1887) zeigt (s. S. 343). Die Versuche sind einmal mit viel Wasser (V), einmal mit wenig (C) gemacht. Die angegebenen Färbungen beziehen sich auf die Reaktion gegen Jodtinktur.

Die Klebrigkeit des Kleisters hängt vom Wassergehalt der Stärke ab: setzt man diejenige von feuchter Stärke nach 24stündigem Trocknen bei 100° = 1, so ist dieselbe von gleich behandelter Stärke, die vor dem Trocknen erst im Vakuum lag, = 2,3; trocknet man erst im Vakuum und dann bei einer 30° nicht übersteigenden Temperatur, so ist die Klebrigkeit 3,3.

Wenn der Kleister gefriert, so verliert er seine Klebefähigkeit, indem eine Trennung des auskrystallisirenden Wassers von dem Stärkemehl eintritt und beide Theile sich nach dem Aufthauen nicht wieder wie vorher vereinen. An der Luft geht der Kleister schon bei gewöhnlicher Temperatur allmählich in Zucker, Gummi, Milchsäure etc. über.

Während man mit der angegebenen Wassermenge (das 12- bis 15fache der Stärke) nur eine Aufquellung der Körner bewirkt, die in diesem Zustand schwammartig Wasser aufsaugen, erhält man eine Stärkelösung, wenn man sie mit der 70- bis 80fachen Menge Wasser kocht; durch Zusatz von Alkohol, Bleiessig, Gerbsäure etc. koagulirt diese Lösung. Leichter noch erhält man eine Stärkelösung, wenn man den Kleister in geschlossenen Druckflaschen auf über 120° erhitzt. Durch Ausfällen mit Alkohol erhält man die lösliche Stärke als sehr lockeres, weisses Pulver (vergl. auch Analyse).

Die Zusammensetzung der Stärke ist nach Ausweis der Elementaranalyse $C_6H_{10}O_5$. Jedoch ist das Molekulargewicht als ein erhebliches Multiplum dieser Formel anzunehmen. Dasselbe wird verschieden angegeben; am grössten ist es nach Brown und Morris' Versuchen: $[(C_{12}H_{20}O_{10})_{20}]_5$ (Stärkegranulose); von anderer Seite sind die Formeln $C_{24}H_{40}O_{20}$ und $C_{36}H_{60}O_{30}$ aufgestellt.

Als ein theilweiser Abbau des Stärkemoleküls kann schon die Bildung der löslichen Stärke betrachtet werden, von der mehrere Modifikationen zu existiren scheinen.

Der Einfluss von Säuren auf die Stärke ist von der Konzentration abhängig; verdünnte Säuren bilden lösliche Stärke (Salzsäure von 7,5%), Dextrin (Gummi), Maltose und Dextrose (Stärke- oder Traubenzucker), konzentrirte Säuren lassen Ameisensäure, Glucinsäure etc. entstehen.

Wie die lösliche Stärke zeigt das Dextrin gleiche prozentige Zusammensetzung mit der Stärke. Ueber seine Bildung und Modifikationen vergl. weiter unten. Die Dextrose dagegen zeigt bei Vergleich der einfachsten Formeln, 1 Molekül Wasser mehr:

$$\underset{\text{Stärke}}{C_6H_{10}O_5} + \underset{\text{Wasser}}{H_2O} = \underset{\text{Dextrose}}{C_6H_{12}O_6}.$$

Ueber ihre Bildung, die nicht als einfache Wasseraufnahme der Stärke, sondern als komplizirter Abbau derselben aufzufassen ist, vergl. S. 367.

Von den anorganischen Säuren zeichnen sich Phosphorsäure und Kieselfluorwasserstoffsäure, von den organischen Essigsäure dadurch aus, dass sie in verdünntem Zustand nicht die genannte Umwandlung bedingen.

Die Diastase, ein in keimenden Samen aus dessen Proteïnkörpern sich bildender, stickstoffhaltiger, löslicher Körper, verwandelt die Stärke ebenfalls in Dextrin und Zucker (vergl. Branntwein- und Bierbrauerei). Im thierischen Körper findet der gleiche Prozess durch die Einwirkung des Mund- und Bauchspeichels, des Darmsaftes etc. statt, im pflanzlichen Organismus während des Keimens.

Der Einfluss der Diastase ist bei den verschiedenen Stärkearten ungleichartig; von besonderer Bedeutung ist, wie die folgende Tabelle zeigt, die Temperatur:

Name der Stärke	Prozente der umgewandelten Stärke bei				
	50°	55°	60°	65°	70°
Kartoffelstärke	0.13	5,0	52,7	90,3	
Gerstenstärke	12.1	53,3	92,8	96.2	—
Grünmalzstärke	29.7	58,6	92.1	96,2	—
Darrmalzstärke	13.0	56,0	91,7	93,6	—
Weizenstärke	–	62.2	91,1	94,6	—
Reisstärke	6,6	9.7	19.7	31,1	—
Maisstärke	2.7		18,5	54,6	93,3

Während der Stärkekleister erst bei 70° am ausgiebigsten verzuckert wird, reagirt die Diastase auf gelöste Stärke schon bei gewöhnlicher Temperatur.

Im Gegensatz zu der Einwirkung der Säure bildet die Diastase neben Dextrin nicht Dextrose, sondern Maltose ($C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) und Isomaltose ($C_{12}H_{22}O_{11}$). Im günstigsten Fall erhält man in der Praxis ohne besondere Schwierigkeiten eine Ausbeute von 80% Maltose; nahezu quantitativ erfolgt die Umwandlung nur in sehr langer Zeit mit viel Diastase bei einer Temperatur von 55 bis 63°.

Von grossem Werth für die Analyse ist das Verhalten des Jods zur Stärke: eine Flüssigkeit, die nur $^1/_{40000}$ Jod enthält, wird durch Kleister noch deutlich blau gefärbt; bei grosser Verdünnung ist die Farbe roth, violett, bei starker Konzentration schwarzblau. Dem blauen Körper, Jodstärke, kann man durch Alkohol, Alkalien etc. das Jod entziehen; in völlig trockenem Zustand verträgt er eine Temperatur von 200°; an der Luft entfärbt er sich allmählich. Seine Bildung ist stets von der Gegenwart von Wasser sowie von freiem Jod abhängig[1]).

Verdünnte Lösungen von Alkalien verwandeln Stärke bereits in der Kälte in eine halbdurchsichtige Gallerte. Bringt man in luftleerem Raum getrocknete Stärke mit 1%iger Kali- oder Natronlauge zusammen, so zerreissen die Zellwände

---

[1]) Nach Mylius ist an der Bildung der Jodstärke Jodwasserstoff oder ein Salz desselben betheiligt. Tóth widerlegt ihn jedoch; die Jodabsorption der Stärke beträgt 22,7% (vergl. Ch. Z. **1891**. 1583; Ch. Z. Rep. **1892**. 143, 203; **1887**. 91).

Grad	Kartoffeln V	Kartoffeln C	Gerste V	Gerste C	Luftmalz V	Luftmalz C	Darrmalz V	Darrmalz C	Hafer V	Hafer C	Roggen V	Roggen C	Weizen V	Weizen C	Reis V	Reis C	Mais V	Mais C
45	keine Veränderung		unverändert		einzelne Körner gequollen		unverändert		unverändert		unverändert		unverändert		unverändert		unverändert	
50	einzelne Körner gequollen		einzelne grosse Körner gequollen		die grossen Körner gequollen		unverändert		geringe Quellung		geringe Quellung		sehr geringe Quellung		unverändert		unverändert	
55	die grossen Körner gequollen		die grossen Körner gequollen		die grossen Körner gequollen		die grossen Körner gequollen.		bedeutende Quellung		bedeutende Quellung		Quellung		unverändert		einzelne Körner gequollen	
60	alle Körner gequollen		vollständig gequollen		vollständig gequollen		vollständig gequollen		einzelne Risse		deformirte Körner		bedeutende Quellung		unverändert		die gr. Körner stark gequollen	
65	Risse	steifer Kleister	stärker gequollen		stärker gequollen zahlreiche zertrümmerte Zellen		stärker gequollen		zahlreiche Risse		zahlreiche Risse	Beginn der Verkleisterung	einzelne Risse		geringe Quellung		sämmtliche Körner gequollen	
70	Trümmer	—	stärker gequollen		stärker gequollen zahlreiche zertrümmerte Zellen		stärker gequollen		zertrümmerte Körnchen		deformirt	fortschreitend	einzelne Risse		starke	Quellung (Beginn der Kleisterbildg.)	Risse	Beginn der Verkleisterung
75	Trümmer		deform auf Jodzusatz wieder rund	noch leicht beweglich	stärker gequollen zahlreiche zertrümmerte Zellen		einzelne Risse	noch leicht beweglich	zertrümmerte Körnchen		deformirt	bis	zahlreich. Risse	Beginn der Verkleisterung	—	—	zahlreiche Risse	Kleister
80	Trümmer	—	dunkler Kern von violetter Schicht umgeb.	Kleister	stark zertrümmerte Zellen		zahlreiche Risse	Kleister	zertrümmerte Körnchen		stark zertrümmerte Zellen	Kleister	Körnchen stark geplatzt	Kleister	Zelltrümmer	Kleister	Zelltrümmer	—
85	Hüllen dunkelblau gefärbt	—	—	—	stark zertrümmerte Zellen	Kleister	—	—	zertrümmerte Körnchen	Kleister	rothviolette Zellfragmente	—	Zellfragmente	—	Trümmer schwach violett	—	—	—
90	roth gefärbte Hüllenfragmente	—	leere kaum gefärbte Hüllen	—	—	—	—	—	rothe Zellhaut		rothbraune Zellhautfragmente		—	—	—			

. . . Stärke vertheilt sich in der Flüssigkeit; wenn man neutralisirt und mit Alkohol versetzt, so scheidet sie sich als voluminöser Brei ab.

Ammoniak äussert nicht die Wirkung wie Kali und Natron, dagegen verwandeln konzentrirte Lösungen von Magnesium-, Calcium-, Zinkchlorid etc. die Stärke in eine kleisterartige Masse, die bei 100° flüssig wird und nach mehreren Stunden sich sogar durch Papier filtriren lässt.

Mit Bleioxyd, Kalk, Baryt etc. geht die Stärke salzartige Verbindungen ein, obwohl sie sonst den Charakter eines neutralen Körpers zeigt. Die mit Baryt gefällten Niederschläge sind von wechselnder Zusammensetzung und im überschüssigen Fällungsmittel unlöslich; Wasser zerlegt sie.

Die Handelsstärke ist, wie nachstehende Analysen von J. Wolff zeigen, keine reine Stärke; sie enthält:

Bestandtheile	Feinste, weisse Kartoffelpatentstärke in Stengeln	Feinste, mit Ultramarin blau gefärbte Kartoffelpatentstärke in Stengeln
Wasser	17.8314	15.3673
Faser	0.4811	0.5016
Asche	0.2115	0.5376
Stärke	81.4760	83.5935

Charakteristisch für die Kartoffelstärke ist ein eigenthümlicher Geruch und Geschmack, der durch einen minimalen Gehalt an einem ätherischen Oel bedingt wird.

Aufbewahrt darf die Stärke, zumal in feuchtem Zustand, nicht in geschlossenen Räumen werden, da sich sonst widerlich riechende Fäulnissprodukte bilden; indessen tritt diese Erscheinung langsamer als bei den meisten anderen Pflanzenstoffen ein. Gährungsfähig ist die Stärke nur indirekt, erst nachdem sie in Stärkezucker übergegangen ist.

Anhang zur Kartoffelstärke.

Glanzstärke ist Stärke, die mit 5 bis 10 % fein gepulverter Stearinsäure versetzt ist. Ein Zusatz von Borax bewirkt, dass die Stärke die Wäsche völlig durchdringt.

Künstlicher Sago. Man treibt nach Siemens die noch feuchte Stärke durch ein Sieb mit erbsengrossen Oeffnungen und bringt hierauf die Masse unter Zusatz von etwas trockener Stärke in ein schnell um seine Achse rotirendes Fass. Die erhaltenen Kugeln werden sortirt und auf einem Eisenblech in einem feuchten Raum auf 100° so lange erhitzt, bis sie glasig geworden sind; dann trocknet man bei niederer Temperatur.

Kartoffelmehl ist die von ihren löslichen Bestandtheilen befreite, getrocknete und gemahlene Kartoffel; es besteht daher wesentlich aus Stärke und Cellulose. Da es vielfach die Stärke ersetzt, bequem aufzubewahren und zu transportiren ist, so stellt es eine Form dar, in welche man zweckmässig über Bedarf vorhandene Kartoffeln verwandelt. Während die Fabrikation namentlich in Frankreich blüht, ist sie in Deutschland weniger verbreitet.

Man geht entweder von den rohen oder den gekochten Kartoffeln aus. Im ersteren Fall wird die Knolle geschält, in Scheiben geschnitten und 12 bis 24 Stunden in Wasser gelegt, das 0,5 % (vom Kartoffelgewicht) Salz- oder Schwefelsäure enthält. Dann wäscht man die

Schnitte, zuletzt unter Zusatz von wenig Soda resp. Kalk, und trocknet sie, worauf sie im Mahlgang in Mehl verwandelt werden.

Aehnlich bereitet man den **Kartoffelgries**.

Rationeller stellt man das **Kartoffelmehl** nach **Chollet's** (**Payen**, Handb. d. techn. Chem.) Verfahren aus gedämpften Knollen dar. Die gut gewaschenen Kartoffeln werden in Mengen von 225 kg in hermetisch verschlossenen eisernen Kästen durch einströmenden Dampf etwa 40 Minuten bis zur Gare erwärmt und dann zur Abkühlung auf einem Asphaltboden ausgebreitet. Zum Schälen und Zerkleinern gelangen sie alsdann in den durch Fig. 154 und 155 veranschaulichten Apparat. Durch den Trichter *a* fallen sie zwischen die beiden glatten Walzen *b*, die 2 cm von einander entfernt liegen, die Kartoffeln zerdrücken und ihre Schalen zerreissen. Von hier geräth

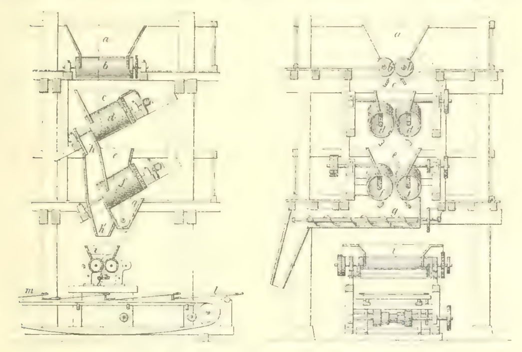


Fig. 154 u. 155. Apparat zur Darstellung von Kartoffelmehl.

das Quetschgut durch den Trichter *c* auf das Walzenpaar *d*, das hohl und an der ganzen Oberfläche mit 4 mm weiten Löchern durchbohrt ist, so dass jede Walze nahezu 15000 Oeffnungen hat. Der Abstand der Walzen beträgt 2 mm. Hier erfolgt eine weitere Zerkleinerung und das Schälen der vorher nur gröblich zerdrückten Masse; der leicht zerdrückbare mehlige Theil fällt durch die zahlreichen Löcher in den inneren Raum der Walzen, gleitet bei der geneigten Lage der letzteren darin hinab und fällt in den vertikalen hölzernen Schlauch *h*. Die gröberen Theile und namentlich die zäheren, nicht zerdrückbaren Schalen, denen aber immer noch ein Theil der werthvollen Substanz beigemischt ist, fallen, nachdem sie die Walze verlassen, in den Rumpf *e* und gelangen von hier auf ein weiteres Walzenpaar, welches gleiche Dimensionen wie das vorige hat, bei dem aber jede Walze 20000 Oeffnungen von je 3 mm Durchmesser hat; der Abstand der beiden Walzen beträgt hier nur 1,5 mm. Hier findet eine neue Reibung statt, der

mehlige Theil gelangt durch die Oeffnungen in das Innere der Walze und vereinigt sich in dem Schlauche h' mit dem von den oberen Walzen durch h kommenden Mehl. Die Schalen sind dann fast vollständig von allem Mehl befreit, sie fallen in eine horizontale Rinne und werden durch die archimedische Schraube g fortgeschafft.

Die mehlige Masse fällt aus dem Schlauch h' in den Trichter i, unter welchem sich das glatt abgedrehte eiserne Walzenpaar j befindet. Die Walzen drehen sich in entgegengesetzter Richtung, fassen die feine Masse und pressen sie in den darunter befindlichen Kasten k, dessen Boden mit Löchern durchbohrt ist. Durch den Druck klebt das Mehl zusammen und gelangt in Form von kurzen Nudeln aus dem Kasten. Die Nudeln werden in dem Maasse wie sie geformt werden, von mit Zeug bespannten Holzrahmen aufgenommen und fortgeführt. Zu diesem Behufe befindet sich unter dem Kasten ein Kettenpaar ohne Ende, welches über Walzen gespannt ist. Dieses nimmt die bei m darauf gelegten leeren Rahmen mit sich fort und gibt die gefüllten bei l ab. Man ertheilt den Walzen eine solche Umdrehungsgeschwindigkeit, dass jeder Rahmen so lange unter dem Kasten verweilt, bis er mit 5 kg Nudeln beschickt ist. Die gefüllten Rahmen werden in einen eigens dazu konstruirten Wagen geschoben und in diesem mittelst eines Aufzuges in den im oberen Theile des Fabrikgebäudes gelegenen Trockenraum geschafft. Die Fabrik von Chollet verarbeitete täglich 60000 kg Kartoffeln und produzirt daraus durchschnittlich 13000 kg Kartoffelmehl.

Weizenstärke.

Das Vorkommen der Stärke im Weizen und die Form der Stärkekörner ist bereits oben beschrieben (S. 338). Man unterscheidet eigentlichen Weizen vom Spelt und rechnet zu beiden folgende Varietäten (Birnbaum):

A. Eigentliche Weizen: 1. Gemeiner Weizen (Triticum vulgare); 2. Englischer Weizen (Tr. turgidum); 3. Bart- oder Glasweizen (Tr. durum); 4. Polnischer Weizen (Tr. polonicum).

B. Spelte oder Dinkelweizen: 1. Spelt (Triticum spelta); 2. Emmer, Amelkorn (Tr. amylea); 3. Einkorn, Pferdedinkel, Blicken (Tr. monococcum).

Während bei dem eigentlichen Weizen das reife Korn beim Dreschen leicht aus den Spelzen fällt, muss dasselbe bei dem Spelt erst durch Schälen, Auswalken etc. entfernt werden. Der gemeine englische Weizen, sowie Spelt haben, nach der Kartoffel, für die Stärkefabrikation die grösste Bedeutung. Sie werden in Deutschland als Winter- und Sommerfrucht gebaut; Dinkel baut man besonders in Süddeutschland als Winterfrucht.

Nach dem Verhalten beim Zerbrechen eines Korns unterscheidet man:

Weichen Weizen mit weissem, mehligen Inneren, der besonders für die Stärkefabrikation geeignet ist, da er viel Stärke und wenig Kleber enthält;

Harten, glasigen Weizen mit horniger Bruchfläche und von gelblicher Farbe; wegen der Schwierigkeit, mit der er zu zerkleinern ist, lässt er sich in der Stärkefabrikation nicht verwenden;

Halbharter Weizen nimmt eine Mittelstellung ein.

Der charakteristische Bestandtheil des Weizenkorns ist der Kleber, ein in kaltem Wasser unlöslicher Eiweisskörper. Knetet man einen aus Weizenmehl und Wasser hergestellten festen Teig in einem Tuch unter Wasser, so bleibt in dem Tuch neben Cellulose vorzugsweise Kleber als zähe, gelbgraue Masse ohne Geruch und Geschmack zurück, die sich in frischem Zustand zu grossen dünnen Platten ausziehen lässt; trocken ist der Kleber hornartig und hält sich vor Luftzutritt geschützt beliebig lange, während er sich in feuchtem Zustande leicht zersetzt. Ein Theil der Stärke ist sehr innig mit dem Kleber verbunden, und von demselben nicht zu trennen, geht mithin verloren. Einen Anhaltspunkt für die Grösse des Klebergehalts gibt dem Praktiker schon das Aussehen des Weizens; hat derselbe

dicke Hülsen und braune, hornartige Bruchfläche, so ist er stark kleberhaltig und wird zweckmässig zum Brotbacken, zur Bereitung von Maccaroni etc. verwendet, dagegen benutzt man dünnschaligen Weizen von mehligem Bruch zur Stärkefabrikation.

Die Weizenkörner haben das SG. 1,32 bis 1,60; 1 hl wiegt 70 bis 82 kg, im Durchschnitt 75 kg. Die mittlere Zusammensetzung ist nach König (Nahrungs- und Genussmittel, 3. Aufl., Bd. 1, Berlin 1889):

	Mittel	Minimum	Maximum
Wasser	13,56	5,33	19,10
Stickstoffsubstanz	12,42	8,19	24,16
Fett	1,70	1,00	2,65
Stärke u. and. stickstofffreie Substanzen	67,89	61,28	77,32
Holzfaser	2,66	1,23	6,42
Asche	1,79	0,95	2,59

Analysen von Péligot (D. **111.** 446) und von Pillitz (Fr. **1872.** 61) sind S. 348 angegeben.

Die Aufbewahrung des Weizens muss in trockenen, kühlen Speichern erfolgen, wo er dem Licht ausgesetzt und häufig gelüftet, sowie umgeschaufelt werden kann. Dumpfe, warme Feuchtigkeit bringt ihn bald zum Verderben.

Die Abscheidung der Stärke gestaltet sich verschiedenartig, je nachdem man den Kleber mitgewinnen oder verloren geben will. Im ersten Fall wird aus dem geschroteten Korn oder dem Mehl die Stärke mechanisch ausgewaschen, wobei reiner Kleber als Nebenprodukt abfällt; im anderen Fall wird der Kleber zum Theil durch Gährung zerstört, worauf sich die Stärke leicht auswaschen lässt.

Demnach sind zwei Fabrikationsmethoden zu unterscheiden:

a) durch faulige, saure Gährung (Halle'sches Verfahren);
b) ohne Gährung (Süsses, Ungarisches Verfahren).

Die Anwendung des ersteren, früher allgemein gebräuchlichen Verfahrens ist zur Zeit kaum noch berechtigt, da es nicht allein den Kleber, dessen Preis fast doppelt so hoch als derjenige der Stärke ist, ungenutzt lässt, sondern auch 4 bis 7mal so lange Zeitdauer und 4 bis 5mal grösseren Raum beansprucht. Nur dann kann es in Betracht kommen, wenn kleberarme Weizensorten verarbeitet werden und Räumlichkeiten sowie billige Arbeitskräfte in einer bereits bestehenden Fabrik zur Verfügung stehen.

Sehr ins Gewicht fällt weiterhin der Uebelstand, dass die Abwässer faulenden Kleber enthalten und daher die Nachbarschaft stark belästigen. In Frankreich darf daher diese Fabrikation nicht in Städten betrieben werden.

Das süsse, auch ungarische genannte, zumal in Oesterreich-Ungarn verbreitete Verfahren ist unbedingt bei kleberreichem Weizen zu benutzen, lässt sich aber auch bei kleberarmem mit Erfolg ausführen. In Frankreich benutzt man das Rohmaterial meist nicht geschrotet, sondern als Mehl.

A. Das saure Verfahren

zerfällt in folgende Operationen: Einquellen und Zerquetschen des Weizens; Gähren des Quetschgutes; Stärkeauswaschen; Reinigen und Trocknen der Stärke.

Analyse von Weizenkörnern nach E. Péligot.

100 Theile gemahlenen Weizens enthalten	1. Weisser flandrischer Weizen	2. Hardy white	3. Weisser glatter Weizen aus der Provence	4. Polish Odessa Weizen	5. Igel-Weizen, Hérisson	6. Poulard, rother	7. Poulard blauer kegelförmig (matt) Jahrg.	8. Poulard, blauer kegelförmiger (schön trocken) Jahrg.	9. Mittelm. vom Süden	10. Polnischer Weizen	11. [illegible] Weizen	12. Aegyptischer Weizen	13. [illegible] Weizen	14. [illegible] Weizen
Wasser	11,6	13,6	14,6	15,2	13,2	13,9	14,4	13,2	13,5	13,2	14,5	13,5	15,2	14,8
Fett	1,0	1,1	1,3	1,5	1,2	1,0	1,0	1,2	1,1	1,5	1,1	1,1	1,8	1,9
Stickstoffhaltige, in Wasser unlösliche Körper	8,3	10,5	8,1	12,7	10,9	8,7	13,8	16,7	14,4	19,8	11,8	19,1	8,9	12,[illegible]
Stickstoffhalt., in Wasser lösl. Körper	2,4	2,9	1,8	1,6	1,7	1,9	1,8	1,4	1,6	1,7	1,6	1,5	1,8	1,1
Dextrin	9,2	10,5	8,1	6,3	6,8	7,8	7,2	5,9	6,4	6,8	5,4	6,0	7,3	7,9
Stärkemehl	62,7	60,8	66,1	61,3	67,1	66,7	58,4	59,7	59,7	55,1	65,6	58,8	63,6	[illegible]
Zellstoff	1,8	1,5	—	—	—	—	1,5	—	1,4	—	—	—	—	2,3
Asche	—	—	—	1,4	—	—	1,9	1,9	1,7	1,9	—	—	1,4	1,9

Bei 3, 5, 6, 11, 12 ist in der Stärke der Gehalt an Zellstoff und Asche, bei 4, 8, 10 und 13 derjenige an Zellstoff inbegriffen.

Weizenanalysen von W. Pillitz.

100 Theile lufttrockenen Weizen enthalten	Stammbaum Weizen	Prinz-Albert-Weizen	Brovik reed-Weizen	Weisser flandrischer Sammtweizen	Rheinischer Weizen von Cleve	Dinkel	Spelt
Feuchtigkeit	12,75	12,44	12,27	12,28	12,35	12,82	13,10
Stärke	64,58	64,36	61,27	62,22	63,10	61,61	61,72
Unlösliche Asche	1,00	0,60	0,53	0,10	0,20	0,65	0,52
Fett	1,61	1,75	1,56	2,28	1,78	2,96	2,53
Zellstoff	2,71	2,65	4,16	4,30	3,86	2,27	2,92
Unlösliche Eiweissstoffe	9,65	9,53	11,29	9,48	9,56	9,47	9,03
Dextrin	1,53	1,99	4,60	4,02	1,62	1,32	2,12
Zucker	1,39	1,36	0,93	0,53	0,51	0,92	1,06
Lösliche Eiweissstoffe	0,29	0,33	0,84	1,66	1,38	2,43	2,27
Lösliche Asche	0,71	0,91	1,42	1,38	1,44	1,30	1,39
Extraktivstoffe	3,59	3,94	0,71	1,64	3,97	3,68	2,59

1. **Zum Einquellen** der Weizenkörner, das dieselben erweichen und gleichzeitig von Hülsen etc. befreien soll, werden dieselben in mit Wasser gefüllte Cisternen, die etwa 12 hl fassen, in kleinen Quantitäten eingeschüttet, indem man jedesmal die oben schwimmenden tauben Körner etc. entfernt, bis das Wasser etwa noch 5 bis 8 cm hoch über dem Getreide steht. Die Temperatur des Wassers soll etwa 10 bis 12° betragen; im Sommer dauert das Quellen 3 bis 4, im Winter 10 bis 14 Tage und ist beendet, wenn sich das Korn leicht zerdrücken lässt.

Die gewaschenen, gut abgetropften Körner werden hierauf zerquetscht, indem man sie zwischen zwei glatte oder fein geriefte Walzen bringt. Die Körner sollen hierbei zwar völlig zerdrückt, doch die Stärkezellen nicht zerrissen werden. Die erhaltene Masse wird hierauf mit Wasser zu einem dickflüssigen Brei angerührt; Wasser von vorher vergohrenem Quetschgut oder Sauerteig- resp. Hefezusatz beschleunigen im Winter die

2. **Gährung**, die unter Blasenbildung eintritt und einen milchweissen Ueberzug von Schimmelpilzen auf der Oberfläche hervorruft. Während dieses Prozesses wird umgeschaufelt. Nach etwa 10 bis 14 Tagen ist die Gährung beendet, wenn man bei 15 bis 20° arbeitet; die Stärke lässt sich dann bei einer Probe des Breies bequem herauskneten. Der chemische Prozess, der während der Gährung vor sich geht, ist nach Otto (durch v. Wagner) folgender:

Wird der gequellte und zerquetschte Weizen in Wasser gebracht, so löst dies das Gummi, den Zucker, das Eiweiss und verschiedene Salze auf, wohingegen die Hülsen, die Keime, das Stärkemehl, der Kleber und ein Theil der im Weizen enthaltenen Salze ungelöst bleiben. Die so gewonnene gummi-, zucker- und eiweisshaltige Lösung geht bei Zutritt der Luft, durch die in der Luft enthaltenen Pilzsporen bald in Gährung über, welche anfänglich Alkoholgährung, also von Gasentwickelung begleitet ist. Die Masse hebt sich, und es bildet sich der erwähnte Schimmelüberzug. Der Alkohol verwandelt sich bald in Essigsäure, wie dies der sich entwickelnde saure Geruch anzeigt, und es treten dann auch Milchsäure- sowie Buttersäuregährung ein, wodurch die Masse an Säuregehalt mehr und mehr zunimmt. Die Säuren lösen nun den Kleber zum Theile, zum Theile aber erweichen und lockern sie ihn dermassen, dass er seine charakteristisch zähe, klebende Beschaffenheit verliert. Im weiteren Verlauf beginnt dann die faulige Zersetzung des Klebers und des noch vorhandenen Eiweisses. Nach einem etwas abgeänderten Verfahren schrotet man das Korn und lässt es direkt vergähren. Zwar erspart man in dieser Weise das Einquellen und gewinnt etwas sauren (nur als Schweinefutter, Klebemittel, Schlichte etc. zu verwendenden) Kleber, dagegen ist es in Folge der Zerreissung der Hülsen schwer, die Stärke von Cellulose frei zu erhalten.

3. **Das Auswaschen** erfolgte früher und in kleinen Fabriken noch jetzt zuweilen dadurch, dass man die Masse in Säcke füllte und mit den Füssen austrat. Jetzt wird die Masse, nachdem man das Sauerwasser möglichst hat abfliessen lassen, in Waschtrommeln mit Wasser behandelt, bis die Stärke entfernt ist und Cellulose, Keime, saurer Kleber etc. zurückbleiben.

Bei der Waschtrommel von Seele & Co. (Braunschweig), Fig. 156

und 157, bilden die beiden Stirnräder *a* die Seitenwände der 1,1 bis 1,25 m langen Trommel, deren Durchmesser 1,25 m beträgt. Die Trommel besteht aus durchlöchertem Kupferblech, welches an die angegossenen Ränder der Seitenwände angenietet ist. Das innerhalb der Trommel durchlöcherte Wasserrohr *b* geht durch die Stopfbüchsen der Achsen und ist in der Trommel von einem ebenfalls durchlöcherten Rohre *c* umgeben, wodurch verhindert wird, dass sich die Oeffnungen des Wasserrohres verstopfen. Zum Füllen und Entleeren der Trommel dient die Thüröffnung *d*. Die Trommel wird mit dem aus 6 bis 12 hl Weizen gewonnenen Gut (gegohrene Masse) gefüllt, dann wird Wasser in das Wasserrohr *b* geleitet und die Trommel durch das Vorgelege *e* in langsame Drehung versetzt.

Die ausgewaschene Rohstärke fliesst in den auf Rollen laufenden Kasten *f* und aus diesem durch eine Rinne in den Absetzbottich. Nach

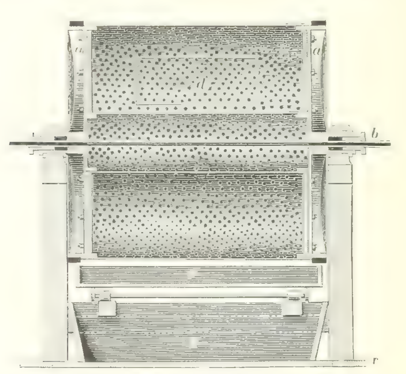


Fig. 156. Waschtrommel von Seele & Co.

Verlauf von [illegible]/4 bis [illegible]/4 Stunden ist die Masse vollständig ausgewaschen. Man zieht den Kasten unter der Trommel weg, öffnet die Thür der Trommel, dreht diese so, dass die Oeffnung nach unten steht, und lässt den Rückstand in den Trichter *g* fallen. Verwendung findet derselbe als Viehfutter etc.

An Stelle dieser Waschtrommel verwendet man neuerdings auch häufig Kollermühlen[1]) (Trottmühlen).

4. Die Reinigung der Rohstärkemilch von Flocken, Kleber, sowie mitgerissenen Hülsen erfolgt in grossen Bottichen, die mit Rührwerk versehen sind. Nachdem die Masse tüchtig durchgerührt ist, überlässt man sie einige Tage der Ruhe, wobei sich zuerst reine Stärke

[1]) Ueber die prinzipielle Einrichtung dieser Mühlen s. S. 21.

ablagert, hierüber kleberhaltige Stärke (Schlichte) und endlich saurer Kleber nebst Hülsenfragmenten (das Grobe). Man zieht den grössten Theil des Sauerwassers ab, rührt mit dem Rest das Grobe auf und entfernt durch ein Zapfloch die Flüssigkeit, während der Bodensatz von Stärke selbst unberührt bleibt. Die Flüssigkeit wird durch Schlämmen in Rinnenapparaten noch auf reine Stärke und Kleberstärke verarbeitet.

Die als fester Bodensatz gewonnene Stärke wird zur weiteren Reinigung (zur Entfernung der Kleberstärke) wie die Kartoffelstärke geschlämmt und in grosse Bottiche zur Lagerung geleitet, wobei sich zuerst das reine Produkt ablagert, während Kleberstärke suspendirt bleibt und mit der Flüssigkeit abgezogen wird. Der Prozess wird so lange wiederholt, bis die Stärke nicht mehr blaues Lackmuspapier

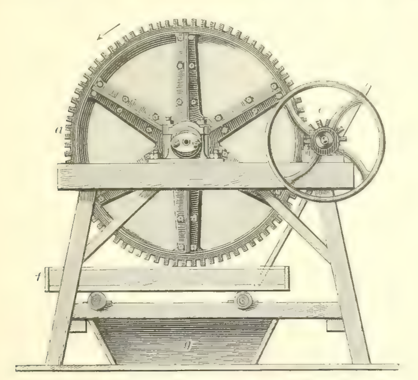


Fig. 157. Waschtrommel von Seele & Co.

röthet, d. h. frei von Sauerwasser ist. Die Kleberstärke wird durch Centrifugiren wie die Kartoffelstärke gereinigt (s. S. 327).

Das Trocknen der centrifugirten Stärke kann ohne Weiteres in Trockenstuben, Kanälen etc., wie sie bei der Kartoffelstärke beschrieben sind, erfolgen. Die beim Schlämmen abgesetzte Stärke bedeckt man mit Sackleinwand und legt auf diese poröse Körper oder man saugt das Wasser in Nutschapparaten aus. Dann wird die Stärke in Ziegelform gebracht und an der Luft oder in heizbaren Kammern getrocknet. Die noch immer kleberhaltige Stärke bildet beim Trocknen an der Oberfläche, in Folge Schimmelpilzvegetation, eine schmutziggelbe Schicht, die man abschabt und von Neuem reinigt.

Die getrocknete Stärke wird in den verschiedensten Formen in den Handel gebracht. Gewöhnlich erhält man sie beim Trocknen der grösseren Stücke als Brocken; die geschätzte Strahlen- oder Krystall-

stärke besteht aus scharfkantigen Stücken, in welche der in Papier gehüllte Stärkekuchen in der Trockenstube zerfällt. Stengelstärke stellt man künstlich dar, indem man den Stärkebrei in lange Bänder presst und diese trocknet.

Um den verschiedenen Formen eine schöne weisse Farbe zu verleihen, verdeckt man entweder den schwach gelblichen Ton durch Indigkarmin, Ultramarin etc. oder man bleicht mit Chlorkalk, Aetznatron etc. Auch wäscht man den Kleber völlig aus und erhält den Verband durch Zusatz von wenig Dextrinlösung.

Um sie als Mehl (Puder) zu erhalten, muss die Stärke völlig kleberfrei sein; sie wird zu diesem Zweck zuletzt mit ammoniakhaltigem Wasser gewaschen.

Die Ausbeute beträgt etwa 51 bis 59 % Primastärke.

B. Das süsse Verfahren

gliedert sich in dieselben Einzeloperationen wie das obige, nur fällt das Gähren des Quetsch- oder Mahlgutes fort.

1. Verarbeitung von Korn (Elsässer Verfahren). Das Auswaschen der Stärke aus dem Weizenkorn, das zuerst gequollen, dann gequetscht ist, muss in Folge des innigen Zusammenhanges des zähen Klebers mit der Stärke in besondern Apparaten (Extrakteuren) vorgenommen werden, in welchen Wasserstrahlen aus dem blossgelegten Korn die Stärke herausspülen. Die hierbei gebildeten Klumpen müssen zertheilt und gewendet werden, damit alle Theile den Wasserstrahlen zugänglich sind. Je weicher der Kern durch das Einquellen geworden ist, desto leichter gestaltet sich das Auswaschen der Stärke. Andererseits wird aber die Quelldauer beschränkt durch die Bedingung, den Kleber intakt zu erhalten, welcher bei längerer Quelldauer angegriffen wird und dann nicht mehr in Form glatter, durchsichtiger Blätter gebracht werden kann. Hauptsächlich aus diesem Grunde muss das Mischen und Wenden des im Extrakteur befindlichen Gutes möglichst intensiv erfolgen, damit die Aufschlagekraft der Wasserstrahlen die Stärkekörnchen aus den geöffneten Weizenkörnern herausarbeiten kann, wenn auch der Kleber nicht vollständig gelöst ist.

Dementsprechend ist der Uhland'sche Weizenstärke-Extrakteur für Körnerverarbeitung (Mitth. f. d. Stärkeindustrie **1891.** 21) derart konstruirt, dass in erster Linie das Weizengut in möglichst grosser Fläche ausgearbeitet, durch die Rührarme ununterbrochen gewendet und zugleich so zertheilt wird, dass keine Klumpen zurückbleiben können, in welchen die Stärke dem Einfluss des Wassers nicht zugänglich wäre. Dabei ist aber wohl berücksichtigt, dass der nach dem Auswaschen zurückbleibende Kleber nicht in kleine Theilchen zerrissen wird, sondern Gelegenheit hat, sich in grössere Partien zusammenzuballen.

Die Fig. 158 bis 160 zeigen die Konstruktion des Extrakteurs für Weizenkörner. Derselbe bildet eine lange Mulde, die aus gelochtem Messing- oder Kupferblech hergestellt ist, um der von den Körnern abgelösten Stärke den Austritt zu gestatten. Die Stärkemilch sammelt sich in dem Blechmantel an, der den eigentlichen Extrakteur umgibt, und wird durch einen am Mantel angebrachten Hahn abgelassen. Eine Welle, welche in den beiden Stirnwänden des Apparates in Stopfbüchsen gelagert ist, trägt eine Anzahl eigenthümlich geformter Rühr-

arme, die in Form eines Schraubenganges auf die Welle aufgesetzt sind, so dass die Masse je nach der Drehrichtung der Welle eine leichte Transportbewegung nach der einen oder anderen Stirnseite hin erfährt. Diese Bewegung ist sowohl günstig für die Arbeit des Extrahirens selbst als auch für das Entleeren der extrahirten mit dem Kleber gemischten Hülsen. Damit das Entleeren selbstthätig vor sich gehen kann, ist an der der Antriebsriemscheibe entgegengesetzten Stirnseite des Apparates eine Oeffnung angebracht, welche beim Betriebe durch einen thürartigen Deckel geschlossen wird. Will man Hülsen und Kleber aus dem Apparat entfernen, so wird der Deckel geöffnet und der Rührwelle wird diejenige Drehrichtung gegeben, welche ein Transportiren der Masse in der Richtung nach der Aus-

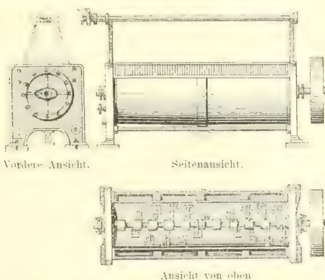


Fig. 158 bis 160. Weizenstärkeextrakteur von Uhland.

wurföffnung zur Folge hat, wodurch das Entleeren rasch und sicher mit geringer Nachhülfe vor sich geht.

Ueber dem Apparat ist ein Wasserrohr angebracht, gewöhnlich gabelförmig verzweigt, aus welchem durch eine grosse Anzahl feiner Löcher das unter Druck eingetretene Wasser als kräftiger Regen auf das im Extrakteur befindliche Gut fällt.

2. Verarbeitung von Mehl (Martin's Verfahren). Wenn nicht geschrotetes Korn, sondern Weizenmehl zur Verarbeitung gelangt, so verwendet man zum Ausbreiten, Wenden und Zertheilen des erst mit 40 % Wasser zu Teig angerührten Mehles statt des Rührwerkes kannelirte Walzen, die auf einer kannelirten Unterlage hin- und hergehende Bewegungen machen und dadurch den Wasserstrahlen eine breite Oberfläche des Mehles bieten.

3. Nach einer von Fesca angegebenen Modifikation dieses Martin'schen Verfahrens ist das zuerst stattfindende Teigrühren überflüssig, vielmehr trennt sich das zu Brei angerührte Mehl beim Centrifugiren schon in Rohstärke und Kleberbrei; während erstere fast sämmtliche Stärke, wenig Kleie und etwas Kleber enthält, besteht letzterer aus Kleber, Kleberstärke, wenig freier Stärke, viel Kleie, sowie allen löslichen Bestandtheilen des Weizens.

Die Verarbeitung der erhaltenen Rohstärkemilch resp. der in Wasser aufgerührten Rohstärke erfolgt durch Absetzenlassen, Schlämmen oder Centrifugiren, Trocknen etc. wie oben.

Verwendung des Klebers. Der beim süssen Verfahren erhaltene Kleber, der mit Hülsen etc. gemischt im Auswaschrückstand verbleibt, wenn man Korn verarbeitet, wird vielfach als Viehfutter benutzt, nachdem ihm noch Kleberstärke und Stärkeschlamm zugesetzt sind. Ferner mischt man auch etwas saures Abwasser zu und erwärmt auf etwa 70°, damit der Kleber seine Zähigkeit verliert und die Stärke verkleistert. Bisweilen lohnt es, den Kleber von den Hülsen zu befreien, um ihn als Nahrungsmittel zu benutzen. Hierzu dienen rotirende Fässer, deren Innenwände mit Spitzen versehen sind; an diesen bleibt der Kleber hängen, während die Kleie fortgespült wird. Der sorgfältig in dieser Weise gereinigte Kleber enthält lufttrocken immer noch ca. 10 % Stärke neben ca. 7 % Wasser. Seine Zähigkeit verliert er, wenn er 24 Stunden in Wasser von 34 bis 37° liegt. In Folge seiner leichten Zersetzbarkeit lässt er sich im Sommer nicht viel länger als 24 Stunden und im Winter nur einige Tage aufbewahren.

Der Kleber wird zur Bereitung von Maccaroni, Nudeln[1]), Suppensternen, Graupen, ferner von Brot etc. verwendet. Zur Graupenbereitung verfährt man nach Günsberg (v. Wagner) folgendermassen:

Der frische feuchte Kleber wird mit so viel Mehl versetzt, als er ohne Wasserzusatz aufnehmen kann, um damit einen homogenen, steifen, nicht mehr klebrigen Teig zu bilden, wozu etwa 2 kg Mehl auf 1 kg feuchten Kleber erforderlich sind. Das Kneten dieser Masse ist etwas schwierig, lässt sich aber noch sehr gut durch Handarbeit ausführen; viel leichter geschieht dieses Kneten jedoch mittelst einer Vorrichtung, welche einer Stampfe, wie sie zum Walken der Tücher gebraucht wird, ähnlich konstruirt ist. Der auf die eine oder andere Art bereitete Teig wird durch die durchlöcherte Bodenplatte eines vertikalen Presscylinders, wie solche bei der Maccaronifabrikation im Gebrauche sind, gepresst und bildet dann 6 bis 9 mm dicke massive Streifen, welche in etwa 0,3 m langen Stücken abgeschnitten, auf Stangen dicht neben einander aufgehängt und in Trockenkammern bei einer Temperatur von 50° getrocknet werden. Die getrockneten Streifen werden dann in kleinere Stücke zerbrochen und zwischen den Mühlsteinen einer gewöhnlichen Mühle in Graupen verwandelt, welche wieder durch Drahtsiebe in verschiedene Grössensorten getrennt werden. Man bekommt bei diesem Verfahren auch eine geringe Quantität eines kleberreichen Mehles, welches sich wie gewöhnliches Weizenmehl zum Kochen und Backen verwenden lässt. Die auf die angegebene Art bereiteten Klebergraupen sind von sehr gefälligem Aussehen, können in trockenen Magazinen unbeschränkte Zeit hindurch aufbewahrt werden, lassen sich mit Wasser waschen, ohne zu erweichen, bilden bei noch so langem Kochen keinen Kleister und sind dabei äusserst wohlschmeckend und sehr nahrhaft. Im Mittel enthalten sie im wasserfreien Zustande 4,27% Stickstoff und lufttrocken etwa 10% Wasser.

Kleberbrot wird vorzugsweise für Diabetiker (Zuckerkranke) aus reinem Kleber oder dessen Mischung mit wenig Mehl, Kleie, Inulin etc. hergestellt. Da sich frischer Kleber beim Backen stark aufbläht und schwammig wird, so trocknet man ihn nach Martin erst bei 100° und zerkleinert ihn dann zu griesartigem Mehl. Aus 2700 kg desselben sollen 3650 kg eines Brots mit 30 % Feuchtigkeit, das dem Weissbrot ähnlich ist, zu gewinnen sein; vergl. Brot S. 388.

In der Technik dient Kleber als Ersatz für Albumin in der Textilindustrie, zum Kleben etc. Er kommt in dünnen Blättern als Lucin in den Handel.

Die Ausbeute an Stärke und Nebenprodukten ist nach Mittheilungen von Fesca (durch Muspratt) folgende:

1. Weizenkorn, nach dem sauren Verfahren bearbeitet.

100 Thle. Weizen liefern:

Lufttrockene Primastärke	58,968 Thle.
Lufttrockene Kleberstärke mit saurem Kleber	5,578
Weizenhülsen	11,467
Rückstand im Waschwasser	23,987

[1]) In Italien verwendet man zur Fabrikation dieser Nahrungsmittel sehr kleberreichen, harten, glasigen Weizen.

Zusammensetzung der	Kleberstärke	Weizenhülsen
Feuchtigkeit . . .	8,729	11,700 Thle.
Eiweiss [1])	26,188	10,156
Kalk und Magnesia	0,376	0,301
Phosphorsäure . .	0,871	0,393
Fett [2]) Maischrückstand [3]) Stärke etc. [4]) . .	63,845	77,450

2. Weizenkorn ohne saure Gährung verarbeitet:

a) Kleber mit der Kleberstärke der Rohstärkecentrifuge gemischt und getrocknet. Das Gemisch ist als Nährstoff bezeichnet:

100 Thle. Weizen liefern:

Lufttrockene Primastärke . .	51,939 Thle.
Lufttrockener Nährstoff . .	34,420
Im Waschwasser	13,641

Zusammensetzung des Nährstoffs:

Feuchtigkeit . .	9,040 Thle.	Fett	3,630 Thle.
Eiweiss	27,781	Maischrückstand .	49,625
Kalk und Magnesia	0,491	Stärke etc. . .	8,687
Phosphorsäure .	0,746		

b) Kleber und Hülsen sind (durch die Klebertrommel) getrennt. Die in der Rohstärkecentrifuge gewonnene Kleberstärke, mit dem isolirten Kleber gemischt, getrocknet und gemahlen, lieferte das Klebermehl. Die vom Kleber nicht vollständig befreiten Hülsen wurden getrocknet und gemahlen, dieses Produkt bildet die „Hülsen mit Kleber". Die mit den Keimen zusammen auf den Sieben gesammelten Hülsentheilchen sind als Kleie aufgeführt. Als Kleberstärke ist die in der Raffinircentrifuge gesammelte Schmutzstärke bezeichnet.

100 Thle. Weizen liefern:

Lufttrockene Primastärke	54,204 Thle.
Lufttrockenes Klebermehl	11,739
Lufttrockene Hülsen mit Kleber . .	17,818
Lufttrockene Kleie	1,338
Lufttrockene Kleberstärke	0,676
Im Waschwasser	14,225

Zusammensetzung der Nebenprodukte:

	Klebermehl	Hülsen mit Kleber	Kleie	Kleberstärke
Feuchtigkeit	9,14	9,87	6,59	8,47
Eiweiss	38,33	21,91	22,01	6,29
Maischrückstand . .	46,67	68,99	47,00	25,83
Stärke etc.	5,86	0,22	24,40	59,41

3. Weizenmehl nach dem Verfahren von Martin mit Hülfe der Rohstärkecentrifuge verarbeitet.

Produkte von 100 Thln. Weizen:

Lufttrockene Primastärke	44,72 Thle.
Lufttrockener unlöslicher Kleber .	13,283
Lufttrockene Kleberstärke	22,517
Im Waschwasser	19,48

[1]) Berechnet aus dem Stickstoffgehalt bei der Annahme, dass die Proteïnsubstanzen 16 % desselben enthalten.

[2]) Direkt bestimmt.

[3]) Der durch Malzauszug nicht gelöste Antheil.

[4]) Die Differenz von 100 minus der Summe der direkt bestimmten Bestandtheile.

Zusammensetzung der Nebenprodukte:

	Kleber	Kleberstärke
Feuchtigkeit	7,95	9,78 Thle.
Eiweiss	81,69	4,57
Stärke etc.	10.36	85,65

4. Weizenmehl ohne Teigbildung nach Fesca's Verfahren verarbeitet.

100 Thle. Weizen liefern:

Lufttrockene Primastärke . .	40,03 Thle.
Lufttrockenes Klebermehl . .	54,32
Im Waschwasser	5,65

Zusammensetzung des Klebermehles:

Feuchtigkeit	10,86 %
Eiweiss	21,62
Stärke etc.	67,52

Nach Uhland (Mitth. d. Stärkeindustrie) hält es schwer, bei der grossen Verschiedenheit des Stärke- und Klebergehalts der einzelnen Weizensorten für die Ausbeute einen Mittelwerth festzustellen. Aus gutem ungarischem Weizen (Körner) lässt sich eine Ausbeute von 40 bis 45 % Prima- und 10 bis 12 % Sekundastärke erzielen; die Ausbeute an reinem Kleber übersteigt bei Verarbeitung von Körnern selten 5 bis 6 %, dieselbe wird aber durch künstliche Mittel derart erhöht, so dass manche Fabriken eine Ausbeute von 8 bis 10 % und noch mehr haben wollen. Bei Verarbeitung von Weizenmehl lassen sich bis zu 50 % Prima- und ca. 20 % Sekundastärke und gegen 10, manchmal sogar 12 % Kleber erzielen. Will man nur hochfeine Strahlenstärke als Prima gelten lassen, so wird sich das Verhältniss der Ausbeute in der Weise ändern, dass man nur 30 bis 40 % Prima und entsprechend mehr Sekunda erhält.

Eigenschaften. Auch die Weizenstärke stellt keine reine Stärke dar. Sie enthält nach Wolff (D. **145**. 451):

Bestandtheile	Reiner Weizenpuder	Weizenstärke in Brocken		
		fein	mittelfein	ordinär
Wasser	14,5274	17,4484	14,2088	17,4942
Kleber	0,1022	Spuren	1,8282	4,9651
Faser	1,4484	1,2030	3,7726	2,4715
Asche .	0,0115	0,0285	0,5562	1,2919
Stärke	83,9105	81,3201	79,6342	73,7774

Zucker ist bis zu 1,6 % gefunden worden.

Maisstärke.

Der Mais, Kukuruz, Welschkorn, Türkischkorn, Türkischer Weizen wird besonders in Amerika, auch in Oesterreich und Frankreich auf Stärke verarbeitet.

Die zahlreichen Varietäten des Mais gruppiren sich wesentlich in zwei Arten: den grossen gelben Mais, zu dem der amerikanische Pferdezahnmais gehört, und den kleinen, italienischen Cinquantino, der gewöhnlich als Stoppelfrucht gebaut wird. Die verschiedene Zahl und Farbe der Körner, sowie die Gestalt der Kolben etc. bedingen zahlreiche Varietäten.

Zusammensetzung von Maiskörnern.

Analytiker	Polson[1]				Alwater[2])				v. Wagner[3])	Pillitz
Bezeichnung des Mais	Amerikanischer flacher weisser Mais	Amerikanischer flacher gelber Mais	Amerikanischer runder gelber Mais	Mais aus Galatz	Amerik. Dutton Corn	Amerik. Canada Corn	Amerik. King Philip Corn	Amerik. Stowell's Evergreen Sweet Corn	Ungarischer Mais	Handelswaare
Wasser	11,8	11,5	13,2	11,8	8,08	10,52	9,79	10,86	—	13,89
Albumin										1,87
In Alkohol lösliche Proteïnsubstanz, In Alkohol unlösliche Proteïnsubstanz	8,9	8,7	8,9	9,1	9,62	9,72	11,87	11,10	12,00	8,63
Fett	4,4	4,7	4,4	4,5	5,67	4,42	4,45	7,66	8,70	4,36
Gummi	2,9	2,3	2,9	2,9	4,22	2,36	4,80	4,64	—	0,76
Zucker					3,00	4,78	3,05	11,64	—	1,38
Stärke	54,8	43,5	34,8	50,1	65,40	64,49	62,23	49,58	65,20	62,69
Cellulose	15,9	16,5	14,9	20,4	2,52	2,40	2,21	2,63	5,80	4,19
Lösliche Asche	1,8	1,8	1,6	1,8	1,52	1,31	1,60	1,89	2,00	1,15
Unlösliche Asche										0,33
Extraktivstoffe		—	—	—		—	—		0,05	1,43

[1]) v. Bibra, Die Getreidearten und das Brot (Nürnberg 1860); [2]) Silliman, Am. J. 48. 352; [3]) v. Wágner, Stärke- und Stärkezuckerfabrikation (Weimar 1876).

Der dem Weizen charakteristische Kleber fehlt im Mais, dagegen kommen Fibrin und Conglutin in Betracht, die sich durch ihre Löslichkeit in sehr verdünnter Kali- oder Natronlauge auszeichnen.

Die Abscheidung der Stärke erfolgt, je nach der Natur des Rohmaterials, unter Beihülfe von Chemikalien (meist in Oesterreich) oder durch einen Waschprozess. Im ersteren Fall sind die Rückstände für Futterzwecke kaum verwendbar.

Ueber die amerikanische Fabrikation berichtet Krieger (Mitth. f. d. Stärkeindustrie von Uhland. 1891). Die Arbeit zerfällt auch hier in das Auswaschen der Stärke und das Reinigen der Rohstärke.

Das Einweichen findet in grossen Bottichen statt, die 25000 kg Mais fassen; das Wasser soll möglichst warm sein, natürlich nicht so sehr, dass Verkleisterung stattfindet, — etwa 60 bis 65°; es wird täglich gewechselt und das neue Wasser immer kühler angewendet, bis man nach 3 bis 4 Tagen auf 32 bis 38° angekommen ist.

Das Zerkleinern erfolgt möglichst kalt in gewöhnlichen Mühlen, zwischen Quetschwalzen oder Kombinationen beider, bis man einen feinen, weichen Brei erzielt hat. Vor einem zu fein Mahlen ist zu warnen, da hierbei die Stärkekörner zerrieben und in Wasser löslich werden, sowie ferner viel Nichtstärke (Zellhaut, Fett etc.) mit in die Rohstärke übergeführt wird.

Durch Sieben über Seidengaze auf Schüttelsieben erfolgt eine vorläufige Trennung der feinen Stärke von den Hülsen, Keimen etc., worauf man durch Wasser auf Sieben auswäscht, die ähnlich den oben beschriebenen, von Siemens konstruirten sind (s. S. 323). Um die auf

den Sieben erhaltene, wesentlich mit Eiweisskörpern verunreinigte Stärke zu reinigen, wurde sie früher einem Gährungsprozess unterworfen, indem man sie in Bottichen 8 bis 14 Tage stehen liess; hierbei wurden die werthvollen Eiweisskörper unter Entwickelung unangenehm riechender Gase zersetzt. Neuerdings extrahirt man diese Eiweisskörper durch Natronlauge, indem man der Rohstärke so viel Natron zugibt, dass deren Gehalt etwa 0,1 % beträgt. Noch zweckmässiger ist das saure Verfahren, da die in obiger Weise erhaltene Stärke etwas grau ist und die Lösung der Eiweisskörper im Sommer leicht in Fäulniss übergeht. Man löst die Eiweisskörper in schwefliger Säure von etwa 0,4 %, die man bereits beim Einweichen des Mais zusetzt um deren Wirkung zum Lockern, Konserviren und Bleichen auszunutzen.

Zur Reinigung der Rohstärke von den begleitenden Verunreinigungen dient die Tischarbeit, d. h. man lässt sie im Wasserstrom über lange, ebene Flächen laufen, wobei sich die Stärke ablagert, während die Verunreinigungen abgeschlämmt werden. Da der Schlämmprozess so geregelt sein muss, dass sich die Stärke möglichst rein und vollkommen auf den Tischen absetzt, dagegen alle Verunreinigungen — und als solche werden namentlich die Eiweisskörper angesehen — von den Tischen abfliessen, so muss, wie Uhland ausführt, der Zufluss in erster Linie gleichmässig und so lebhaft sein, dass die Eiweisskörper nicht Zeit haben, sich abzusetzen, dagegen nicht so stark, dass Stärke mit abgeführt wird. Wird der Zufluss der Rohstärke verringert oder gar unterbrochen, so ist der Strom nicht stark genug, die Eiweisskörper abzuführen und wegzuspülen: sie setzen sich auf der Stärke ab und können später beim Ausstechen der Stärke sehr wohl als gelbe, schmierige Schicht in der abgelagerten Stärke wahrgenommen werden. Die Stärke ist dann für die meisten Zwecke unbrauchbar. Ist andererseits der Zufluss der Rohstärke zu stark für die Leistungsfähigkeit des Tisches, so fliesst Stärke mit ab und ist unwiederbringlich verloren. So wichtig auch die vorhergehenden Manipulationen des Weichens, Mahlens, Siebens und Waschens sind, so ist doch das Wesentliche der ganzen Fabrikation die Tischarbeit. Im ganzen System muss während der Arbeitszeit jede Unterbrechung und Stockung vermieden werden. Rohstärke muss in reichlicher Menge und in gleichmässiger Beschaffenheit immer vorhanden sein. Die Rohstärkemilch muss immer dieselbe Dichte haben. Meist wird mit 3° Bé. schwerer Stärke gearbeitet, auch mit 4°; mit 6° Bé. zu arbeiten, ist schon sehr schwierig und wird nur gewählt, wenn bei beschränkter Anzahl von Tischen eine hohe Leistungsfähigkeit gewünscht wird. Je dünner die Rohstärkemilch ist, desto besser und leichter der Betrieb, aber desto geringer die Leistungsfähigkeit. Die Zuflusseinrichtung zu den einzelnen Tischen ist von Bedeutung; man kann nicht gut Rohre mit Hähnen nehmen, da sich diese immerwährend verstopfen. Am besten ist eine offene Rinne, quer über die Köpfe der Tische gelegt, aus welcher die Tische durch Löcher gespeist werden. Die Regulirung geschieht durch Einziehen von Lappen oder Pflöcken verschiedener Dimensionen.

Da man nicht nur die Stärke rein, sondern auch in möglichst grosser Ausbeute erhalten will, so verbindet man am besten zwei über einander liegende Abtheilungen von Tischen zu einem System. Auf der oberen Abtheilung lässt man rascher laufen und sieht namentlich

auf gute Qualität der sich absetzenden Stärke. Die von den oberen Tischen ablaufende Flüssigkeit, welche noch ziemlich Stärke enthält, lässt man über die unteren Tische laufen, wobei man versucht, sämmtliche Stärke zu gewinnen ohne Rücksicht auf die Qualität. Die auf den unteren Tischen abgesetzte Stärke, welche natürlich stark mit Eiweisskörper verunreinigt ist, lässt man nochmals über Tische laufen, um sie zu reinigen, oder man vermischt sie mit der Rohstärke.

Ungefähr 85 % der festen Bestandtheile der Rohstärke lagern sich auf den Tischen als Stärke ab, während 15 % weglaufen.

Für Fabrikstärke, welche in den Baumwollenspinnereien als Schlichte, in den Appreturanstalten und in den Pappschachtelfabriken die meiste Anwendung findet, wird die grüne Stärke direkt von den Stärketischen auf Hürden einige Zoll hoch ausgebreitet und mehrere Tage getrocknet, dann in Fässer gepackt.

Für Konsumstärke wird die grüne Stärke noch mehrmals sorgfältig gewaschen, indem man sie mit Wasser aufschlämmt und wieder absetzen lässt. Schliesslich wird sie noch vor dem Trocknen mit einer ganz verdünnten Aetznatronlösung imprägnirt und in hohen, durchlöcherten und mit Filtrirtuch ausgeschlagenen Kasten abtropfen gelassen, dann in Würfel geschnitten, die man sehr langsam und sorgfältig trocknet. Hierbei bilden sich die sogen. Krystalle, das heisst, nach dem Trocknen zerfällt die Stärke in längliche, mattglänzende Strahlen. Nachdem die Würfel vorgetrocknet sind, wird die äussere Schicht, welche immer etwas schmutziger gefärbt ist, mit einem Messer abgetragen (Schabestärke) und der nun gereinigte Würfel sorgfältig in Papier eingewickelt und fertiggetrocknet. Der ganze Trockenprozess der Konsumstärke dauert 4 bis 6 Wochen.

In Deutschland und Oesterreich-Ungarn sind neuerdings ebenfalls mehrfach Maisstärkefabriken begründet worden, die mit gutem Erfolg arbeiten, obwohl sie nur importirten Mais verarbeiten. Sehr hohen Nährwerth zeigen die Rückstände, in Folge dessen die Fabrikation zweckmässig in Verbindung mit der Landwirthschaft betrieben werden soll (vergl. v. Wágner's Berechnungen in seinem mehrfach citirten Lehrbuch). Auch bietet es Vortheile, Kartoffelstärkefabriken im Sommer Mais verarbeiten zu lassen.

Die Fabrikation selbst bietet nichts wesentlich Verschiedenartiges von der amerikanischen. Das Einweichen erfolgt vielfach unter Zusatz von Natron, Kalk, schwefliger Säure, Ammoniak etc. (vergl. Birnbaum; v. Wágner); das Auswaschen in Cylindersieben. Uhland (Versuchsanstalt Leipzig-Gohlis) empfiehlt ein neues Verfahren.

Die Ausbeute beträgt nach v. Wágner etwa 56 %; doch ist der Stärkegehalt des Mais ein ausserordentlich schwankender, mehr noch als beim Weizen; Uhland gibt ihn zu 50 % an und macht darauf aufmerksam, dass fast bei keiner Getreideart die Analyse dem Stärkefabrikanten unzuverlässigere Anhaltspunkte für Beurtheilung der Ausbeute gibt als beim Mais. Dies rührt daher, dass ein Theil der im Maiskorn enthaltenen Stärke schon bei vollständiger Reife in Dextrin resp. Zucker übergeführt ist und dieser Umwandlungsprozess mit dem Alter des Kornes fortschreitet. Hierdurch entsteht die gelbe Schicht, welche sich beim Maiskorn unter der Hülse befindet; dieselbe wird bei der Analyse als Stärke berechnet, lässt sich aber bei der Fabrikation

nicht als weisse Stärke gewinnen. Da diese Schicht fortwährend wächst, nimmt dementsprechend der Gehalt des Maiskornes an ausbringbarer weisser Stärke ab; es ist deshalb nicht vortheilhaft, in Stärkefabriken alten Mais zu verarbeiten.

Für die Herstellung von **Maisgries für Polenta** ist dagegen der alte Mais werthvoller als neuer, weil der Nährwerth des in Dextrin und Zucker übergeführten Theiles des Maiskornes grösser ist als desjenigen, der nur weisse Stärke enthält.

Eigenschaften. Die Maisstärke kommt als Maizena, Mondamin, Cornflour in den Handel und wird nicht nur für technische Zwecke, sondern auch als Kochmittel zu Suppen, Mehlspeisen, Biskuits etc. verwendet. Als Kleiemittel zieht man sie der Weizenstärke vor.

Reisstärke.

Der Reis wird in Europa wesentlich nur in Italien kultivirt und zum grössten Theil importirt. Das Reiskorn wird zunächst von den fest an ihm haftenden Spelzen befreit — geschält; dann entfernt man zwischen rotirenden Cylindern eine feine Samenhaut (Silberhaut), die als Reismehl in den Handel kommt, und erhält hierdurch den Kochreis.

Während man in England, Belgien, Deutschland vorzugsweise Stärke aus dem Reis gewinnt, verarbeitet man ihn in Italien mehr auf Spiritus.

Die charakteristischen Formen der Reisstärke sind bereits oben abgebildet. Die einzelnen, sehr kleinen Stärkekörner sind durch sehr widerstandsfähige Klebersubstanz derart fest verkittet, dass die Lösung erst durch stark wirkende Agentien wie Alkalien erfolgt. Den eigentlichen Mehlkörper umhüllt eine Kleberschicht, über welcher die Schale liegt.

In Folge des hohen Stärkegehaltes des Reises, des grössten von allen verwendeten Rohmaterialien, verwendet man auch die beim Schälen erhaltenen Abfälle zur Fabrikation.

Die Zusammensetzung von Reis zeigt folgende Uebersicht (nach Birnbaum):

Bestandtheile	Geschälter Reis		Kochreis
	1	2	
Wasser	[illegible]	9,55	13,11
Asche	[illegible]	1,09	1,01
Eiweisssubstanz	7,40	5,87	7,85
Fett	0,40	1,84	0,88
Zucker, Gummi, Cellulose	4,91	5,80	76,52
Stärke	[illegible]	75,85	

Die Reisabfälle enthielten folgende Bestandtheile:

Bestandtheile	Reisabfälle				Reisfuttermehl		Reisschalen
	1	2	3	4	1	2	
Wasser	9,72	10,64	10,00	10,20	8,60	9,94	10,03
Fett	12,02	15,36	17,28	9,37	—	9,89	1,37
Asche	8,60	10,98	11,74	9.50	17,15	10,61	17,40
Proteïnstoffe	11,56	11,31	13,94	20,40	—	10,89	3,06
Stärke	47,02	34,49	30,82	35,76		47,58	33,08
Holzfaser	7,23	11,97	10,83	14,70	—	11.09	35,07
Extraktivstoffe	3.85	5.25	5.39				—

Zur Gewinnung der Reisstärke (vergl. insbesondere Adlung. D. 221. 58, 543; ferner Berger, Ch. Z. 1890. Durch Uhland's Mitth. f. d. Stärkeindustrie. 1891; s. daselbst auch die Kritik S. 52) benutzt man fast ausschliesslich Bruchreis oder die beim Poliren in den Reisschälereien abfallenden zerbrochenen Stücke des inneren Reiskornes, die am meisten Stärke (73 bis 78 %) enthalten.

Das Einquellen oder Einmaischen des Reises erfolgt am besten nach Jones Vorschlag mit verdünnter Natronlauge, behufs Erweichung des Kornes und gleichzeitiger Lösung eines Theiles der Proteïne. Die zum Einquellen benutzte Lauge hat eine Stärke von 0,5 bis 1° Bé, entsprechend 0,3 bis 0,5 % Natronhydrat; auf 1000 kg Reis werden ca. 2 cbm Lauge verwendet. Die Quellung geschieht in Holz- oder Cementgefässen von 4 bis 5 cbm Inhalt und etwa 1 m Höhe. In einer Höhe von 30 cm vom Boden haben dieselben einen Siebboden, auf den der Reis ca. 40 cm hoch geschichtet wird, da er nach dem Quellen ca. 60 cm hoch liegt. Die erste Quellung dauert 18 Stunden oder mehr; der Reis wird in dieser Zeit einige Male durchgerührt, dann die Flüssigkeit abgezogen und neue Lauge aufgegeben. Die Quellflüssigkeit lässt man durch ruhiges Stehen von mitgerissenem Reis sich trennen und fällt den Kleber durch Säure. Beendigt ist das Quellen, wenn der Reis sich zwischen den Fingern zerreiben lässt. Eine Gährung muss bei diesem Prozess vermieden werden (s. Berger, Uhland l. c.).

Das Mahlen erfolgt unter Zusatz verdünnter Natronlauge, welche noch viel Proteïn löst, in Mahlgängen, am besten Walzenstühlen, in Kegelmühlen. Die Lauge fliesst aus einem hochliegenden Bassin in der Stärke der Quelllauge (0,3 bis 0,5 %) in dünnem Strahle zu dem Mahlgut in den Schüttelrumpf. Auf 100 kg Reis kommen ca. 200 l Lauge, doch ist bei besserem Quellverfahren viel zu sparen. Das abfliessende Mahlgut enthält 20 bis 28 % feste Stoffe. Ein doppelter Mahlgang zerkleinert in 24 Stunden 10000 kg Reis. Das Mahlgut wird in hochgelegene Bassins gepumpt und von da zu den Sieben und Centrifugen vertheilt.

Zum Trennen der Stärke von Kleber, Fasertheilchen und anderen Verunreinigungen dienen Siebe, Centrifugen, Absetzbottiche und Filterpressen. Berger gibt den liegenden rotirenden Cylindersieben den Vorzug vor Schüttelsieben. Die Cylinder erhalten eine Länge von 4 bis 5 m, sechsseitigen Siebmantel und schwache Neigung. Sie werden mit feinster Drahtgaze oder besser Seidengaze bespannt. Die Welle ist hohl und dient als Wasserbrause; der am geneigten Ende des Cylinders ausfallende „Cylinderrückstand“ besteht aus unzermahlenen Reisstückchen, grobfaserigem Proteïn und zufälligen Unreinigkeiten. Er dient als Viehfutter. Die durch die Siebe gegangene Stärkemilch enthält noch ziemlich viel Proteïn und spezifisch leichtere, durch die Natronlauge angegriffene Stärke. Diese kann man von der Prima-Stärke durch Absitzenlassen oder durch Centrifugiren abtrennen. Die Centrifugen haben nicht wie bei der Kartoffelstärkefabrikation gelochte Trommelwandung, sondern stellen seitlich geschlossene Trommeln von Kupfer oder Eisen dar, die 1400 Umgänge in der Minute machen. In ihnen lagert sich die gute Stärke fest an der Trommelwandung ab, während nach innen zu darüber sich Kleber, untermischt mit spezifisch

leichterer, veränderter Stärke abscheidet. Die Centrifuge läuft 15 bis 25 Minuten: dann wird die Flüssigkeit durch ein am Boden befindliches Stöpselloch abgelassen, die Kleberschicht abgekratzt oder feucht abgepinselt. Bei dünner Stärkemilch kann man nun nochmals Stärke hinzu centrifugiren und wieder den Kleber abschaben, um nochmals zu centrifugiren, bis die Stärkeschicht genügend stark erscheint. Diese wird dann ausgehoben. Um dies zu erleichtern, haben die Trommeln gewöhnlich 6 bis 8 radial stehende, 120 bis 160 mm breite Bleche, wodurch der Trommelinhalt in 6 bis 8 Theile geschieden wird. Die Bleche können ausgehoben werden. Centrifugen mit Formkasten haben sich nicht bewährt.

Absetzbottiche wirken ähnlich wie die Centrifugen; der Kleber setzt sich langsamer zu Boden als die Stärke und kann von dieser abgezogen werden. Aufrühren und Absetzenlassen wird mehrfach wiederholt. Filterpressen scheiden nur Wasser und lösliche Unreinigkeiten ab und sind zu diesem Zwecke gut brauchbar, da sie schneller als Absetzbottiche und billiger als Centrifugen arbeiten; nach Uhland sind sie unpraktisch.

Die Abfälle werden durch nochmaliges Absetzenlassen oder Centrifugiren gereinigt.

Zum Trocknen bringt man die Stärke in Formen, denen man möglichst wenig Oberfläche gibt, da sich beim Trocknen an der Aussenseite eine gelbe Kruste bildet; zum Einfüllen in die Formen wird die centrifugirte Stärke nochmals mit Wasser oder stark verdünnter Natronlauge aufgerührt.

Sehr wirksam soll Uhland's Entwässerungsapparat sein, in welchem die Stärkemilch durch 1 bis 5 Atm. Ueberdruck von der grössten Menge Wasser befreit wird und den sie mit 36 bis 40 % Feuchtigkeit verlässt. In Folge der schnellen Trocknung verschwindet die Gefahr einer Gährung. In Vortrockenkammern bringt man die Stärke hierauf bei 50 bis 60° auf einen Wassergehalt von 25 bis 28 %. Bei diesem Prozess bildet sich an der Oberfläche eine gelbe Schicht (von Dextrinen etc. herrührend), die 22 bis 30 % der Stärke ausmacht und durch Abschaben zu entfernen ist.

Beim vollständigen Trocknen grösserer Stärkestücke tritt stets die sogen. Strahlenbildung ein, d. h. es bilden sich eine Menge von aussen nach innen verlaufender Sprünge, deren Längsrichtung radial zum Mittelpunkt liegt. Damit die trockenen Blöcke nicht aus einander fallen, werden sie nach dem Vortrocknen in Papier gewickelt oder in Pappkasten gebracht. Da auf das schöne Aussehen der Strahlen viel Werth gelegt wird, dieselben möglichst gross, weiss und mit glatter Bruch- und Oberfläche verlangt werden, so hat der Fabrikant hierauf besondere Sorgfalt zu verwenden.

Die reinweisse Farbe der Strahlen hängt nur von der Reinheit der gewaschenen Stärke, nicht vom Trockenprozess ab. Da aber die Stärke trotz aller Sorgfalt fast stets einen Stich ins Gelbe zeigt, so setzt man stets etwas Blau zu, meistens Ultramarin, seltener Smalte. Berliner Blau ist bei Stärke, welche freies Natron enthält, nicht verwendbar, weil es sich zersetzt. Blaue Anilinfarben, welche von freiem Alkali nicht zerstört werden, sind selten; auch schlägt häufig nach längerer Zeit der anfangs bläuliche Ton, den sie erzeugen, in Grün und Gelblich

um, und sie ziehen sich beim Trocknen der Stärke nach aussen, so dass die Strahlen am äusseren und inneren Ende verschieden gefärbt erscheinen.

Das Rauhwerden der Strahlen kann, wie schon erwähnt, seine Ursache in zu hohem Wassergehalt (zu grosser Lockerheit) der Stärke, wie sie aus dem Formkasten kommt, oder im Einlassen zu dickflüssiger Stärkemilch in die Druckluftformapparate haben. Ferner kann es durch zu hohen Natrongehalt und namentlich durch Gährung hervorgebracht werden. Die Dicke und Länge der Strahlen hängt von den Dimensionen der Stärkeblöcke und besonders von der Leitung des Trockenprozesses ab. Kurze, dünne Strahlen entstehen bei schnellem Trocknen bei hoher Temperatur; je langsamer getrocknet wird, um so dicker werden die Strahlen, doch ist ein Haupterforderniss eine gleichmässige Temperatur. Bei zu langsamem Trocknen tritt zuweilen leichte Gährung ein. Der Trockenprozess ist also anfangs genau zu überwachen und nöthigenfalls durch schnelles Trocknen die Ausbreitung der Gährung zu verhindern. Die Stärke bleibt bei 30 bis 50° gewöhnlich 14 Tage bis 3 Wochen in den Trockenkammern. Hiernach ist die Strahlenbildung bis ins Innere vollendet. Die fertigen Strahlen enthalten durchschnittlich 12% Wasser, im Inneren etwa 14%, im Aeusseren 8 bis 9%.

Diese Stärke zieht noch Wasser an, und da Stärke mit 15% Wasser handelsüblich ist, so bewahrt der Fabrikant die frisch gewonnene Stärke einige Zeit in nicht zu trockenen Räumen, z. B. im Keller, auf oder bringt sie in Räume mit künstlich angefeuchteter Luft, bis sie 15% Wasser hält.

Die Luft- oder Stückenstärke wird erhalten, wenn die vorgetrocknete, geschabte Stärke in flache Stücke („Schäfchen") gebrochen und langsam an der Luft getrocknet wird, wobei Gährungserscheinungen nicht zu befürchten sind. Will man besonders grosse Stücke herstellen, so muss die Stärke in den Formkästen stark gestaucht (also verdichtet) werden, oder es wird der Stärke vor dem Aufrühren etwa 0,5% Stärkegummi zugesetzt.

Stengelstärke, d. h. längliche runde Faden von etwa 4 mm Durchmesser, durch Hindurchdrücken dicken Stärkebreies durch Siebe und Trocknen produzirt, ist nach Berger nicht mehr handelsüblich.

Puder wird durch Mahlen und Beuteln der Luft- oder Strahlenstärke hergestellt. (Uhland's Mitthlg. **1891**.)

Die kleberhaltigen Abfälle verwendet man am besten als Viehfutter. Auch Versuche zur Verwerthung als Kraftmehl sind mit ihnen gemacht.

Neuerdings hat man angefangen, aus den Rückständen grösseren Nutzen zu ziehen, indem man dieselben nicht allein in feste Form bringt und trocknet, sondern sie auch durch entsprechende Operationen zu einer begehrten Handelswaare umarbeitet. Die Rückstände ergeben 5 bis 6% reinen Kleber und 10 bis 12% kleberhaltigen Zellstoff. Letzterer wird gewöhnlich getrocknet und gemahlen und bildet als sogen. Reismehl ein geschätztes Futtermittel. Manche Fabriken verkaufen dieses Reismehl mit einigem Stärkegehalt zu guten Preisen an Appreturanstalten etc.

Die Ausbeute gibt Berger (l. c.) zu 60% feinster Primastärke an, während 7 bis 10% in den Nebenprodukten enthalten sind (berechnet als absolut trockene Stärke). Nach Uhland wurden durch sein Verfahren 75% feinste Primastärke gewonnen.

Stärke aus anderen Rohmaterialien.

Die Rosskastanien (Früchte von Aesculus hippocastanum) sind in Folge ihres hohen Stärkegehaltes (25 bis 28 %) mehrfach zur Verarbeitung auf Stärke herangezogen worden, ohne dass sich die Fabrikation in irgend erheblichem Maasse eingeführt hätte, wesentlich wohl deshalb, weil es schwer hält, einen der Stärke fest anhaftenden Bitterstoff zu entfernen; über die betreffenden Methoden vergl. Schlossberger (D. **111**. 77).

Die Verwendung der erhaltenen Stärke könnte wesentlich nur in der Technik erfolgen, ist aber auch hier nur beschränkt (vergl. Schäffer. D. **156**. 158).

Arrowroot wird aus den Wurzelknollen von Maranta indica, M. arundinacea, M. nobilis und anderer tropischer, sowie subtropischer Pflanzen gewonnen. Man unterscheidet: Westindisches Arrowroot, Ostindisches Arrowroot, Tikar, Brasilianisches Arrowroot, Cassavastärke, Australisches Arrowroot.

Sago ist verkleisterte Stärke aus dem Marke der Sagopalmen und wird besonders auf dem Malayischen Archipel, Malacca etc. gewonnen, indem man die feuchte Stärke durch ein Sieb auf heisse Metallplatten bringt.

Perlsago bereitet man, indem man die Brocken vor dem Erwärmen zur Abrundung in Säcken schüttelt. Ein im Mark enthaltener Farbstoff färbt den Sago häufig roth. (Ueber den künstlichen Sago aus Kartoffelstärke s. S. 342.)

Tapioka wird vorzugsweise in Brasilien aus den Knollen der auch auf Arrowroot verarbeiteten Pflanzen derart gewonnen, dass man die feuchte Stärke (wie beim Sago) durch Siebe treibt und dann auf heissen Metallplatten verkleistert.

In Frankreich wird die Cassavastärke entsprechend verarbeitet, nachdem man sie noch mit gepulverten gelben Rüben, Cacabohnenpulver etc. gemischt hat.

Andere Stärkearten, die noch in den Handel kommen, sind diejenigen aus Roggen, Gerste, Hafer, Buchweizen, Hirse, Hülsenfrüchten (Erbsen, Bohnen, Linsen), Topinambur (liefert Inulin), Moos und Flechten (Lichenin), Bataten, Bananen, Yamswurzel etc.

Untersuchung der Stärkearten. Ueber die Zusammensetzung der wichtigeren Stärkearten ist oben bereits gesprochen; durch diese ergeben sich schon zuweilen, insbesondere durch Ermittelung eines Klebergehaltes, Anhaltspunkte für die Abstammung.

Eine wichtige Rolle spielt für die Unterscheidung das mikroskopische Bild (400fache Vergrösserung ist ausreichend), da Form und Grösse der Stärkekörner meist charakteristische Merkmale bilden. Der Durchmesser der Körner wird durch Mikrometermessung bestimmt. Eine Uebersichtstafel (nach v. Wágner, S. 373) hat Vogl zur Klassifizirung der Handelsstärke angegeben.

Vogl's Tabelle zur Klassifizirung der verschiedenen Stärke- und Arrowrootarten des Handels.

A. Körner einfach, durchaus von gerundeten Flächen begrenzt:
- I. Korn central, Schichtung konzentrisch:
  - a) Ueberwiegend scheibenrund, von der Seite linsenförmig. Kern rundlich oder eine strahlende Spalte.
    - 1. Grosskörner 0,0396 bis 0,0528 mm . . . . . Roggenstärke.

2. Grosskörner 0,0352 bis 0,0396 mm . . . . . Weizenstärke.
3. Grosskörner 0,0264 mm . . . . Gerstenstärke.

b) Eirund, eiförmig, nierenförmig. Meist eine lange, oft rissige Kernspalte.
Grosskörner 0,032 bis 0,079 mm . . . . Hülsenfruchtstärke.

II. Kern exzentrisch, Schichtung deutlich, exzentrisch oder meniskenförmig:

a) Körner nicht oder wenig abgeflacht.
1. Kern meist am schmäleren Ende. 0,06 bis 0,10 mm Kartoffelstärke.
2. Kern meist am breiteren Ende oder gegen die Mitte zu eine einfache Querspalte. 0,022 bis 0,060 mm . . . . Marantastärke (W.-Ind. Arrowroot).

b) Körner mehr oder weniger stark abgeflacht.
1. Viele an einem Ende in eine kurze Spitze vorgezogen. Ganz nahe derselben der Kernpunkt (Ostindisches Arrowroot).
α) höchstens 0,060 mm lang . . . . Kurkumastärke.
β) bis 0,132 mm lang . . . . Cannastärke.
2. Viele verlängert bohnenförmig, keulen- und flaschenförmig. Kern nahe dem breiteren Ende. 0,044 bis 0,075 mm lang . . . . Bananenstärke.
3. Viele ausgezeichnet nierenförmig. Kern nahe der Ausrandung. 0,048 bis 0,056 mm lang . . Sisyrinchiumstärke.
4. Eiförmig, an einem Ende keilförmig verschmälert, am entgegengesetzten gestutzt. Kern am schmälern Ende. 0,05 bis 0,07 mm lang . . . . . Yamswurzelstärke.

B. Körner einfach oder zusammengesetzt. Einzelkörnchen, beziehungsweise Theilkörnchen entweder durchaus von ebenen Flächen begrenzt, vielkantig oder theilweise mit gerundeten Flächen versehen.

I. Körnchen durchaus vielkantig.
1. Viele mit ansehnlicher Kernhöhle. Höchstens 0,0066 mm . . . . Reisstärke.
2. Ohne Kernhöhle. Die grössten 0,0008 mm . . . Hirsestärke.

II. Unter vielkantigen auch gerundete Formen.

a) Keine paukenförmigen Körnchen vorhanden. Vorwaltend kantige Formen.
1. Ohne Kern oder Kernhöhle, sehr klein, 0,0044 mm Haferstärke.
2. Mit Kern oder Kernhöhle. 0,0132 bis 0,0220 mm
α) Ansehnlicher runder Kern oder rundliche Kernhöhle. Hin und wieder die Körnchen in verschieden gestalteten Gruppen . . . . . Buchweizenstärke.
β) Meist strahlige oder sternförmige Kernhöhle. Alle Körnchen frei . . . . Maisstärke.

b) Mehr oder weniger zahlreiche pauken- bis zuckerhutförmige Körnchen.
1. Zahlreiche exzentrische Schichten. Die grössten Körnchen 0,0220 bis 0,0352 mm . . . . Batatenstärke.
2. Ohne Schichten. 0,008 bis 0,022 mm.
α) An den paukenförmigen Theilkörnchen die Kernhöhle meist nach der abgeflachten Seite erweitert. 0,008 bis 0,022 mm . . . . . Cassavastärke (Brasil. Arrowroot).
β) Kernhöhle fehlend oder doch nicht erweitert.
αα) Kern klein, exzentrisch. 0,008 bis 0,016 mm Pachyrhizusstärke.
ββ) Kern klein, central oder fehlend.
ααα) Viele unregelmässig vieleckige Formen. 0,012 bis 0,020 mm . . . . Sechiumstärke.
βββ) Nur wenige vieleckige Formen. Einzelne mit strahliger Kernspalte. 0,008 bis 0,0176 mm . . . . Castanospermumstärke.

C. Körner einfach und zusammengesetzt, vorwaltend eiförmig und eirund, mit exzentrischem Kern und zahlreichen Schichten; die zusammengesetzten aus einem grossen Hauptkorn und einem oder wenigen, unverhältnissmässig kleinen, flach paukenförmigen Nebenkörnchen bestehend. 0,025 bis 0,065 mm . . . . Sagostärke.

Den **Feuchtigkeitsgehalt** der Stärke ermittelt man entweder direkt durch Wägung oder einfacher (nach Scheibler) derart, dass man die Stärke mit Weingeist von bestimmtem spezifischem Gewicht, z. B. 0,8339, zusammenbringt: feuchte Stärke wird hierbei Wasser abgeben, trockene dagegen solches aufnehmen; enthält sie gerade 11,4 % Feuchtigkeit, so wirkt sie auf Alkohol vom genannten spezifischen Gewicht nicht ein. Dem entsprechend hat man nur diesen Alkohol einige Zeit mit der Stärke in Berührung zu lassen und dann sein spezifisches Gewicht zu ermitteln, um den Gehalt an Wasser in der Stärke festzustellen. Bei dem Scheibler'schen Aräometer ist zur Bequemlichkeit an Stelle des spezifischen Gewichtes des Alkohols gleich der Wassergehalt der Stärke aufgetragen.

Andere Verfahren haben Bloch, Saare (Z. f. Spiritusind. **7.** 550 durch Birnbaum) u. A. angegeben.

Eine Verfälschung der Stärke mit anorganischen Bestandtheilen ist anzunehmen, wenn der Aschengehalt 1 % überschreitet. Die qualitative Analyse der Asche erweist dann leicht die Gegenwart von Sand, Gyps, Kreide etc. An Stelle der Veraschung kann man auch die Stärke durch Erwärmen mit einem Malzauszug lösen.

Von organischen Verfälschungen kommen wesentlich nur die mit minderwerthigen Stärkearten in Betracht, die meist durch das Mikroskop erkannt werden.

Ueber die chemischen Reaktionen vergl. beim Mehl (Kapitel Brotbacken).

Die exakte quantitative Bestimmung der Stärke beruht darauf, dass man dieselbe in Zucker überführt und diesen durch Fehling'sche Lösung bestimmt.

Zur Verzuckerung bringt man die Stärke (3 g und 20 g Wasser) zunächst in Lösung, indem man sie nach Märcker 3 bis 4 Stunden unter Druck auf 130 bis 140° in einer Lintner'schen Druckflasche) erhitzt; dann filtrirt und erhitzt man die auf 200 ccm gebrachte Flüssigkeit 3 Stunden im Wasserbad mit 20 ccm Salzsäure vom SG. 1,125. Jetzt ist die Stärke völlig verzuckert; die noch vorhandenen fremden Substanzen werden durch Bleiessig entfernt, nachdem die Salzsäure fast völlig abgestumpft ist und das Blei wird durch Schwefelsäure ausgefällt.

Die Menge des Zuckers bestimmt man nach Soxhlet (J. pr. **1880.** 295) am besten durch Titriren mit Fehling'scher Lösung [1]), von welcher 105,2 ccm durch 0,5 g Zucker in 1 %iger Lösung reduzirt werden.

Man hat bei der Prüfung stets darauf zu achten, dass man mit 1 %iger Lösung arbeitet und die Reduktion bei Siedehitze in gleicher Zeit (etwa 2 Minuten) vornimmt; es muss daher erst durch einen Vorversuch die Menge des Zuckers in der zu analysirenden Lösung bestimmt und diese entsprechend verdünnt werden, so dass sie 1 % Zucker enthält.

Zur Bestimmung selbst werden 50 ccm kochender Fehling'scher Lösung mit 24 ccm [2]) der Probeflüssigkeit 2 Minuten zum Sieden erhitzt.

Ist das Filtrat frei von Kupfer und Zucker [3]), so enthalten 24 ccm der zu analysirenden Substanz 0,2375 g Zucker, und man hat ohne Weiteres den Zuckergehalt der Flüssigkeit bestimmt. Hieraus lässt sich der Stärkegehalt leicht ableiten; denn es entsprechen

100 mg Dextrose .	90 mg Stärke	70 mg Dextrose .	63 mg Stärke
90 „ „ .	81 „ „	60 „ „ .	54 „ „
80 „ „ .	72 „ „	50 „ „ .	45 „ „

[1]) Zur Herstellung derselben löst man 34,639 g Kupfervitriol in 500 ccm Wasser und 137 g Kaliumnatriumtartrat (Seignettesalz) in 400 ccm Wasser, dem man 100 ccm 50 %iger Natronlösung zusetzt. Zum Gebrauch mischt man von den beiden getrennt aufbewahrten Lösungen je 25 cm.

[2]) Genau 23,75 ccm; denn es entsprechen 105,2 ccm Fehling'scher Lösung 0,5 g Zucker, also 50 ccm Fehling'scher Lösung 0,2375 g Zucker, resp. 23,75 ccm einer 1 %igen Zuckerlösung.

[3]) Im Allgemeinen wird dies nicht der Fall sein; man wird, wenn das Filtrat kupferhaltig ist, in einem neuen Versuch mehr als 24 ccm Zuckerlösung anwenden; im anderen Fall weniger; nach 5 bis 6 schnell beendeten Versuchen hat man die richtige Anzahl Kubikcentimeter festgestellt.

Die Verwendung der Stärke ist eine äusserst mannigfache. Als Sago, Tapioka, Mondamin (Maismehl), Polentamehl (Maisgries), Kraftmehl, als Nudeln, Maccaroni, Graupen, Mehlspeisen dient sie allein oder unter Zusatz von Mehl zur Ernährung; in Mengen von 10 % wird sie vortheilhaft dem Brot zugesetzt.

Weiterhin bietet sie das Rohmaterial für die Darstellung des Dextrins, Stärkezuckers und Alkohols. In der Technik verwendet man sie ferner in der Papierfabrikation, in der Appretur von Geweben (Ueberziehen mit Kleister und Steifen durch warme Walzen), als Verdickungsmittel beim Zeugdruck, zum Kleben, zum Steifen der Wäsche (der Stärkekleister wird durch das Plätteisen in glänzendes Dextrin verwandelt) etc. Zum Einpudern der Formen ersetzt sie in der Metallgiesserei mit Vortheil die Holzkohle. Die Weizenstärke wird in der Appretur und im Kattundruck, da sie besser klebt und steift, meist der Kartoffelstärke, trotz deren niedrigerem Preis, vorgezogen; auch zu Backwaaren ist sie geeigneter. Die Maisstärke vermag die Weizenstärke zu ersetzen. Reisstärke wird besonders in der Kosmetik benutzt; ferner zum Appretiren feiner Gewebe, zur Wäsche etc.

Dextrin.

Geschichtliches. Das aus Stärkemehl gewonnene, durch grosse Klebekraft ausgezeichnete Dextrin wurde früher mit Gummi arabicum verwechselt und erst 1833 von diesem unterschieden und von Biot und Persoz Dextrin genannt, da es in wässeriger Lösung den polarisirten Lichtstrahl nach rechts dreht, während Gummi arabicum ihn nach links ablenkt.

Sein Vorkommen ist ein ziemlich verbreitetes, vor Allem im Getreide, das 4 bis 7 % enthält; ferner auch im thierischen Körper.

Die Bildung erfolgt aus der Stärke:

a) durch Erhitzen ohne Zusatz; die Temperatur soll 180 bis 200° nicht übersteigen;

b) beim Erhitzen mit verdünnten Säuren geht die Stärke erst in die lösliche Form und dann in Dextrin sowie in Dextrose über;

c) durch Einwirkung von Diastase (Malzauszug); es entsteht ebenfalls zunächst lösliche Stärke, die dann grösstentheils in Dextrin, Isomaltose und schliesslich Maltose übergeht. Eine Spaltung der Maltose in Dextrose findet durch Diastase nicht statt;

d) durch den Speichel, durch Pankreatin, Blutserum, Galle etc.

Die chemischen Vorgänge bei dieser Umwandlung der Stärke sind nicht so einfacher Natur wie früher angenommen wurde, vielmehr bildet sich, nachdem die Stärke zunächst ihre Struktur verloren hat und wasserlöslich geworden ist, eine Reihe Zwischenprodukte, die nach ihrer Reaktion gegen Jod unterschieden und benannt werden: Amylodextrin, Erythrodextrin, Achroodextrin, Maltodextrin, die ihrerseits wieder in verschiedene Modifikationen einzutheilen sind, wie folgende Tabelle nach Brown und Heron (A. 199. 165)[1]) zeigt:

Bezeichnung	Jodreaktion	Verhalten gegen Alkohol	Rotationsvermögen	Thle. Substanz, die gleich viel Kupferoxyd reduziren wie 100 Thle. Dextrose
Stärke	blau	Niederschlag	—	—
Lösliche Stärke . .	„	„	216,0	0
α-Amylodextrin . .	violett	„	171	—
β-Amylodextrin . .	braunroth	„	—	—
α-Erythrodextrin .	„	„	209,0	6,4
β-Erythrodextrin .	roth	„	202,2	12,7

[1]) Lintner und Düll bestreiten die Richtigkeit der genannten Theorie (s. unter „Gährungsgewerbe“).

Bezeichnung	Jodreaktion	Verhalten gegen Alkohol	Rotations-vermögen	Thle. Substanz, die gleich viel Kupferoxyd reduziren wie 100 Thle. Dextrose
α-Achroodextrin . .	farblos	Niederschlag	195,4	18,9
β-Achroodextrin . .	–	–	188,7	25,2
γ-Achroodextrin . .		–	182,1	31,3
δ-Achroodextrin . .			175,6	37,3
ε-Achroodextrin . .			169,0	43,3
ζ-Achroodextrin . .		–	162,6	49,3
η-Achroodextrin . .	–		156,3	55,1
Maltodextrin . . .		kein Niederschlag	171,6	25,0
Maltose . .	–	–	150,0	61,0
Dextrose	–		58,6	100,0

Der chemische Ausdruck für die Umwandlung der Stärke durch Diastase in die erwähnten, offenbar polymeren Verbindungen (der Abbau des Stärkemoleküles) lässt sich nach den genannten Autoren folgendermassen veranschaulichen:

$$n(C_{12}H_{20}O_{10}) + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + (n-1)(C_{12}H_{20}O_{10})$$
Stärke — Wasser — Maltose — 1. Dextrin

$$(n-1)(C_{12}H_{20}O_{10}) + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + (n-2)(C_{12}H_{20}O_{10})$$
Stärke — Wasser — Maltose — 2. Dextrin

⋮

$$2\,C_{12}H_{20}O_{10} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11} + C_{12}H_{20}O_{10}$$
Stärke — Wasser — Maltose — letztes Dextrin

$$C_{12}H_{20}O_{10} + H_2O = C_{12}H_{22}O_{11}.$$
Dextrin — Wasser — Maltose

Im Gegensatz zu der Reaktion der Diastase verwandeln verdünnte Säuren die Maltose zuletzt in Dextrose:

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O = 2\,C_6H_{12}O_6$$
Maltose — Wasser — Dextrose

Volle Klarheit über die Vorgänge bei der Dextrin- und Dextrosebildung kann, so lange nicht die Molekulargrössen und Konstitution dieser Verbindungen exakt erfasst sind, nicht statthaben (vergl. Lintner, Landwirthsch. Gewerbe, S. 65).

Darstellung. Da, wie oben angegeben, durch Erwärmen der Stärke mit verdünnten Säuren oder Diastase neben Dextrin auch Dextrose oder Maltose gebildet wird, so stellt man technisch das Dextrin fast ausschliesslich durch Erhitzen der Stärke auf ca. 160 bis 200° dar; setzt man wenig Säure zu, so kann man schon bei 120 bis 140° arbeiten und erreicht dadurch eine hellere Farbe, während bei höherer Temperatur das Dextrin dunkel wird.

Das in ersterer Weise dargestellte Produkt kommt als Röstgummi, Leiogomme, Leiocome in den Handel; die mit Säure bereiteten Sorten heissen: Dextringummi, Gommeline (blanche, jaune, brune), Gomme d'Alsace, British gum etc.

Während man vorzugsweise Kartoffelstärke verarbeitet, verwendet man zuweilen auch die Schabestärke aus Weizen und erhält ein Amidon grillé genanntes Dextrin.

Krystallgummi ist ein aus verkleisterter Kartoffelstärke durch Säuren dargestelltes Klebemittel, das dem Gummi arabicum ähnelt.

Röstgummi. Die gleichmässig getrocknete, durch Rührwerke ständig bewegte Stärke wird je nach der erwünschten Farbe in Rührtrommeln oder Röstpfannen auf 170 bis 210° erhitzt; Luft-, Oel- oder Dampfbäder halten die Temperatur konstant.

Eine von F. Schmidt (Halle a. S.) konstruirte Einrichtung einer Dextrin-Röstanlage (ausführliche Beschreibung s. v. Wagner, Stärkefabrikation. 1886) besteht im Wesentlichen aus einem doppelten eisernen Cylinder mit bequem zugänglichem hermetischem Verschluss und Rührwerk. Nachdem der doppelte Mantel des Apparates bis zur Höhe des Standhahnes mit gereinigtem Rüböl angefüllt und unter dem Cylinder ein starkes und gleichmässiges Feuer angeschürt ist, wird das Rührwerk in Bewegung versetzt und der Apparat mit ca. 250 kg Stärke angefüllt, die zuvor bei 80° vom Wasser befreit ist. Das durch die Hitze allmählich bedeutend ausgedehnte Oel steigt merklich in die Höhe, so dass in kurzer Zeit der ganze innere Cylinder von diesem umgeben ist. Da das Rüböl ein schlechter Wärmeleiter ist und dem zu Folge die einmal angenommene Wärme lange Zeit behält, so genügt eine mässige Nachfeuerung, um die für die verschiedenen Sorten Röstgummi verlangten Hitzegrade zwischen 212 und 275° zu erhalten.

Das Röstgummi ist fertig gebrannt, sobald an dem Füllstutzen übelriechende Gase wahrgenommen werden, und muss dann die Entleerung des Apparates durch einen der beiden Stirnverschlusse sofort erfolgen. Das grösstentheils in Stücke gebrannte Röstgummi gelangt nun auf eine grosse Metallschale, auf welcher die grösseren Stücke zerschlagen werden. Schliesslich wird das Dextrin auf einer Mühle gemahlen und durch einen Gazecylinder gesiebt.

Mit dem Apparat lassen sich Kartoffel-, Weizen-, Reisstärke in Dextrin umwandeln und zwar in 12 Arbeitsstunden 1000 bis 1250 kg. Die Betriebskraft ist 1/8 Pferdestärke. Im Allgemeinen liefern 100 kg lufttrockene Stärke 80 kg gutes Röstgummi.

Auch zum kontinuirlichen Gebrauch sind die Trommeln eingerichtet; man macht sie dann 4 bis 5 m lang und bringt innen eine archimedische Schraube an.

Statt des Oelbades soll sich nach R. Lehmann (D. 243. 220) überhitzter Dampf empfehlen; derartige Apparate sind ebenfalls viel verbreitet.

Dextringummi. Von den zur Stärke zugesetzten Säuren kommt wesentlich nur die flüchtige Salzsäure und Salpetersäure in Betracht. Um den zuckerbildenden Einfluss derselben zu hemmen, verwendet man nur 0,1 bis 0,15 % des Stärkegewichtes und vertheilt die Säure möglichst gleichmässig, zu welchem Zweck sie mit Wasser stark verdünnt wird. Beispielsweise benutzen Gebr. Henzé (Paris) nach Payen 1000 kg Stärke mit 2 kg konzentrirter Salpetersäure, die mit 300 kg Wasser verdünnt wird. Man trocknet die Mischung bei einer Temperatur unter 50° und erhitzt auf 110 bis 120°, wenn man ein weisses Präparat erhalten will, auf 130 bis 140°, wenn es gelblich sein darf. Im ersteren Fall ist die Löslichkeit wesentlich geringer wie im zweiten. Das Rösten wird entweder in den oben beschriebenen Vorrichtungen oder in Etagenöfen, wie sie Payen beschreibt, ausgeführt. Der Ofen ist mit Luftheizung versehen (Fig. 161), die die Hervorbringung einer gleichmässigen und genügend hohen Temperatur gestattet. Der obere Raum

dient zur Aufnahme des trockenen Stärkemehls, welches in Schichten von 3 bis 4 cm Höhe in leichten Kästen von Messingblech vertheilt ist. Die erhitzte Luft nimmt, indem sie in den in der Zeichnung dargestellten Zügen zirkulirt, die dem Mauerwerk durch die Feuerung A mitgetheilte Wärme auf, tritt bei B in den Ofen, vertheilt sich in demselben, erwärmt das Mauerwerk und das Stärkemehl und kehrt nachher bei D in die Züge zurück, um, von Neuem erwärmt, denselben Weg wieder zurückzulegen. Das Stärkemehl wird dabei nach und nach

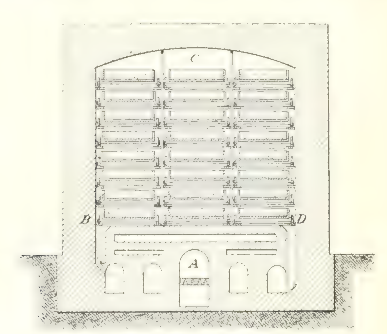


Fig. 141. Röstofen nach Wagner.

gelblichbraun und ist dann zum grossen Theile in Wasser löslich, in Röstgummi umgewandelt. Selbstverständlich ist die Heizkammer zum Einbringen einer geeigneten Anzahl von Blechkästen mit entsprechenden eisernen Gestellen versehen.

Das Dextrin muss gleich nach der Röstung gekühlt werden, da sonst ein Nachrösten bis zum Verbrennen erfolgt. Man bedient sich hierzu grösserer cementirter Gruben oder schalenartiger Horden aus Blech. Nach dem Kühlen wird das Dextrin schliesslich noch gesiebt.

Will man das Dextrin dem Gummi arabicum ähnlich machen, so rührt man es mit Wasser zu einem Teig an, der auf kupfernen Blechen langsam bei 110 bis 150° getrocknet wird.

Eigenschaften. Die Eigenschaften der verschieden gebildeten Dextrine weichen von einander ab. Das Röstgummi zeigt unter dem Mikroskop noch deutlich die Stärkeform; qualitativ stellt es ein Gemisch verschiedener, nicht völlig studirter Körper (Zucker, Stärke, saure Röstprodukte etc.) dar, aus welchem man reines Dextrin gewinnt, indem man es in Wasser löst, mit Thierkohle entfärbt, mit alkalischer Kupferlösung kocht (Dextrin bleibt durch dieselbe fast völlig unverändert), filtrirt, schwach ansäuert und durch Alkohol das Dextrin fällt, welches durch wiederholtes Lösen und Ausfällen gereinigt wird. Man erhält hierbei eine klebrige, fadenziehende Masse, die aus der Luft stark Wasser anzieht und zu einem Syrup zerfliesst; getrocknet sieht sie dem Gummi arabicum ähnlich.

Die Zusammensetzung auch dieses Dextrins ist keine einheitliche;

Bezeichnung des Dextrins	Fabrikation	Farbe	Gehalt an Wasser	In kaltem Wasser lösen sich: Dextrin	Maltose	Andere organische Substanzen, die weder Zucker sind, noch durch Säure darin übergehen	Mineralstoffe	Der in kaltem Wasser unlösliche Rückstand enthält: organische Bestandtheile	anorganische Bestandtheile	Im warmen Wasser löslich	Die Acidität, d. h. die Anzahl ccm Normalalkali, die 100 g Dextrin neutralisiren, beträgt
			%	%	%	%	%				
1. Gomme artificielle	durch Säure	hell schwefelgelb	10.14	69,85	5,37	11,99	0,40	2,96	0,19		3,5
2. Gommeline jaune	durch Säure	dunkelgelb	9,01	66,79	8,85	12,34	0,56	2,13	0,32		4,6
3. Dextrin	durch Säure	hell schwefelgelb	8,42	63,76	10,45	12,97	0,46	3,65	0,29	Völlig,	4,4
4. Inländisch. Dextrin	durch Säure	hell schwefelgelb	7,55	62,37	14,11	13,13	0,41	2,20	0,23	bis auf	4,7
5. Leiogomme A . .	durch Rösten	dunkelbraun	12,08	56,46	4,20	7,80	0,46	18,49	0,41	einen geringen	3,1
6. Leiogomme B. . .	durch Rösten	graugelb	12,01	53,52	1,75	10,70	0,42	21,39	0,21	Rückstand	2,7
7. Franz. Dickgummi	durch Rösten	desgl., etwas heller	13,36	48,19	1,59	8,80	0,38	27,58	0,10		2,5
8. Gommeline blanche	durch Säure	rein weiss	13,30	25,37	4,00	3,02	0,20	53,84	0,27		2,8

Nr. 1 bis 5 enthält Achroo- und Erythrodextrin; Jod färbt die Lösung rothbraun. In Nr. 6, 7 und 8 ist noch Amylodextrin vorhanden. Jod färbt die Lösung von 6 und 7 rothviolett, von 8 blauviolett (nach Schwackhöfer's Technol. d. Kohlehydrate).

vielmehr besteht es aus einer Reihe isomerer Verbindungen $(C_6H_{10}O_5)_n$, die bereits oben (s. S. 367) angeführt sind, und deren relative Menge insbesondere die Löslichkeit beeinflusst: viel Achroodextrin macht es leichtlöslich, viel Amylodextrin schwerlöslich. Von Brown und Morris werden zwei reine Dextrine, Amylo- und Maltodextrin (?), beschrieben, denen die Formeln

$$(C_{12}H_{20}O_{10})_6 \cdot C_{12}H_{22}O_{11} \text{ resp. } (C_{12}H_{20}O_{10})_2 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$$

zukommen.

Im Gegensatz zu den Malzdextrinen werden gewisse durch Säuren erhaltene Dextrine nicht von Diastase angegriffen[1]. Die im Stärkezucker enthaltenen Dextrine können praktisch als unvergährbar gelten, obwohl sie thatsächlich nur schwer vergähren.

Farbe, Wassergehalt und Löslichkeit verschiedener Handelssorten sind vorstehend zusammengestellt (s. Tabelle S. 371).

Die angegebenen Eigenschaften geben gleichzeitig zur

Prüfung des Dextrins die wichtigsten Handhaben, für welche allerdings meist ein praktischer Versuch ausschlaggebend sein wird.

Verwendung findet das Dextrin als Ersatz des Gummi arabicum im Zeugdruck, zum Verdicken von Farbstoffen, Tinten; zum Glasiren von Papier, zum Kleben etc.

[1]) Die von Diastase nicht angegriffenen Dextrine können die von Wohl (B. 23, 2084) entdeckten dextrinartigen Reversionsprodukte sein, die aus Dextrose durch Wasserabspaltung entstehen (vergl. Lintner, Landwirthschaftl. Gewerbe, S. 69; s. auch weiter unten bei Rübenzucker).

Brot.

Die Geschichte dieses wichtigsten menschlichen Nahrungsmittels führt bis in das früheste Alterthum zurück: das Mehlmahlen und Backen wird bereits in den ältesten Schriften der Bibel beschrieben und hat sich frühzeitig über alle Kulturländer der Erde verbreitet. Indessen erst am Anfang dieses Jahrhunderts hat die wissenschaftliche Forschung die vorher allein herrschende Empirie beseitigt und, gefördert durch bedeutende technische Fortschritte, die Müllerei und Bäckerei zu höchster Entwickelung gebracht.

Darstellung. Brot ist ein Gebäck aus Mehlteig, das unter harter Rinde eine lockere Krume enthält. Zum Brotbacken in Betracht kommt wesentlich nur das Mehl aus Weizen und Roggen. Hafer, Mais, Reis etc. spielen in Deutschland nur eine untergeordnete Rolle. Die Lockerung der Krume [1]) erreicht man in den meisten Fällen dadurch, dass man dem Mehlteig Sauerteig oder Hefe zusetzt; hierbei tritt eine Zersetzung des Zuckers im Mehl ein; es entstehen Alkohol und Kohlensäure und letztere durchsetzt den Teig in kleinen Bläschen: er geht auf. Eine wichtige Rolle spielt hierbei der Kleber des Mehls, welcher durch seine wasserbindende Kraft und die Eigenschaft, mit Wasser einen zähen, elastischen Teig zu bilden, die Entstehung einer lockeren, schwammigen Masse allein ermöglicht. Bei der Temperatur des Backofens dehnt sich die Kohlensäure aus, ferner verdampft der mit ihr gebildete Alkohol und dadurch tritt eine weitere Lockerung ein.

Hand in Hand mit dieser Lockerung des Teiges, bei welcher auf 1 Vol. Teig etwa 3 Vol. Gase (bei gewöhnlicher Temperatur) gebildet werden, geht natürlich ein Substanzverlust des Mehls, repräsentirt durch die vergohrenen Antheile, deren Menge auf ca. 2 % festgestellt wurde. Wie sehr dieser scheinbar kleine Substanzverlust in Betracht kommen kann, erhellt daraus, dass man nach Liebig allein in Deutschland täglich 100000 kg Brot mehr aus derselben Menge Mehl darstellen könnte, wenn man den Gährungsverlust vermeiden würde.

Daher hat man sich auch bemüht, durch die verschiedensten Agentien, durch Einpumpen von Kohlensäure in den Teig oder durch

[1]) Wenn man diese Lockerung nicht vornimmt, so erhält man beim Backen eines wasserreichen Teiges unter der harten dextrinartigen Rinde eine kleisterartige Krume, bei einem wasserarmen Teig dagegen eine feste Krume. Beispiele für letztere Gebäcke liefert die Mazze (ungesäuertes Brot), einzelne Sorten Schiffszwieback etc. Ein Brot im eigentlichen Sinn stellen diese Gebäcke nicht dar.

Zumischen von Kohlensäure entwickelnden Substanzen (Backpulver) eine Lockerung des Teiges zu erzielen; allerdings nur mit geringem Erfolg, da sowohl Preisverhältnisse wie die Schwierigkeit des Manipulirens mit den Agentien viele Hindernisse bereiten.

Statt durch Kohlensäure lockert man Gebäck auch durch Luft — im Eierschnee (geschlagenes Eiweiss) — oder durch Wasserdampf, indem man Fette zusetzt, die den Austritt desselben hindern (Blätterteig) oder durch kohlensaures Ammoniak (Hirschhornsalz), welches beim Backen sich verflüchtigt und nun in Gasform den Teig lockert.

Die Brotbereitung zerfällt in die Bereitung des Teiges und das Backen desselben.

I. Bereitung des Teiges.

Das Getreidekorn besteht aus der Schale, unter der sich die Kleberzellen (welche vorwiegend eiweissartige Stoffe enthalten) befinden, ferner dem Mehlkörper, dem grössten Theil des Kornes, der wesentlich aus Stärkemehl besteht, und schliesslich dem Keim (über die Zusammensetzung des Kornes vergl. oben bei Stärke). Die Zerkleinerung des Kornes erfolgt durch die Flachmüllerei, Hochmüllerei und das Dismembrations- oder Desintegrationsverfahren. Bei der Mehlbereitung kommt es darauf an, nicht nur Schale und Keimling, die nur untergeordneten oder keinen Nährwerth haben, zu entfernen, sondern auch hierbei möglichst wenig von dem Mehlkörper, der mit ihnen fest zusammenhängt, zu verlieren — zwei Ziele, die schwer zu vereinen sind: entfernt man mit Schälmaschinen vorsichtig die oberste holzige Schicht, so wird noch etwas Haut in der Furche des Kornes hängen bleiben und daher das Mehl nicht rein weiss werden. Wird dagegen die Schale völlig entfernt, so geht etwas vom Mehlkörper mit ihr verloren. Erleichtert wird die Trennung des zerkleinerten Mehlkörpers von der Schale, welche auch die Kleberzellen enthält und die Kleie bildet, dadurch, dass letztere zäher ist, daher schwerer zu zerkleinern ist und in Folge dessen beide Bestandtheile durch Sieben zu trennen sind. Um die Zähigkeit der Hülsen zu vergrössern, benetzt man das Korn häufig vor dem Mahlen. Bei der Flachmüllerei wird das Korn zwischen nahe gestellten Mühlsteinen möglichst vollständig fein gemahlen. Das Mehl wird gesiebt und mit dem Rückstand der Prozess wiederholt; dann wird nochmals durch ein feineres Sieb gesiebt, wieder gemahlen etc.

Die Hülsen werden hierbei natürlich auch allmählich zerkleinert, in Folge dessen das Mehl immer mehr grau wird. Nach Kick liefert der Betrieb: 73 Thle. Mehl Nr. 1, 2, 3,
7 „ „ „ 4, 5,
17 „ Kleie und Staubmehl.

Während sich dieser Betrieb vorwiegend für weiches Korn eignet, ist die Hochmüllerei oder Griesmüllerei für harten, kleberreichen Weizen empfehlenswerther, da dieser bei dem anderen Verfahren zu stark angegriffen würde. Bei diesem Verfahren wird der Läufer erst höher, dann tiefer gestellt, so dass das Korn zu gröberen Theilen zerrieben wird, die stufenweise unter jedesmaliger Entfernung der Schalen weiter zerkleinert werden. Das erste Mahlen (Hochschroten) dient

zur Entfernung der Schale; nachdem das schwarze Mehl von der *Kleie* und dem *Hochschrot* abgesiebt ist, wird das Schrot bei enge gestellten Steinen nochmals gemahlen und liefert *Mehl*, *Dunst*, *Gries*, *Schrot*, die durch Siebe geschieden und nach ihrer Grösse sortirt werden [1]. Um aus dem Mehl und Gries die gleich feine Kleie zu entfernen, gebraucht man die *Griesputzmaschine*, welche die leichte Kleie durch einen Luftstrom entfernt und die *Kern-* oder *Auszugsgriese* liefert. Das *Schrot* wird noch 3- bis 4mal zermahlen und das Mahlgut, was Sieben, Sortiren, Putzen betrifft, wie oben behandelt.

Die Hochmüllerei liefert zwar im Allgemeinen ein reineres Mehl wie das erstgenannte Verfahren, allein die Ausbeute ist geringer, da sie nur 71 bis 72 % gegen 76 bis 77 % Mehl nach dem ersten Verfahren beträgt.

Die Dismembratoren, Desintegratoren (vergl. auch S. 26), *Schleudermühlen* bestehen aus zwei schnell in entgegengesetzter Richtung rotirenden Scheiben, die auf einer, der Mahlbahn zugerichteten Seite mit Bolzen oder Hervorragungen versehen sind, welche beim Betrieb alles zertrümmern, was sie auf ihrer Bahn treffen. Ueber die Brauchbarkeit der Maschinen für die Müllerei sind die Ansichten noch getheilt.

Eigenschaften des Mehls. *Weinwurm* (Oesterr.-ungar. Zeitschr. für Zuckerind. u. Landw. **1890**. Heft II durch *König* l. c.) hat die einzelnen Mahlprodukte einer Mühle in *Simmering* (bei Wien) untersucht und ausser ihrer Zusammensetzung auch die Verdaulichkeit bestimmt. Die mittleren Resultate aus der Untersuchung dreier Sorten sind in nachstehenden Tabellen enthalten.

a) *Zusammensetzung der Mahlprodukte.*

	Ausbeute	Wassergehalt	Proz. Zusammensetzung der Substanz					
			Proteinsubstanz	Amidosubstanz	Fett	N freie Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
	%	%	%	%	%	%	%	%
	circa							
Ursprüngl. Weizenkorn	—	13,37	10,69	2,93	1,98	80,41	1,90	2,09
Weizenmehl Nr. 0 . .	6,0	12,56	8,38	3,06	0,83	87,26	Spuren	0,47
1 . .	14,0	12,54	8,32	3,06	0,92	87,20	"	0,50
2 . .	6,0	12,48	8,87	2,95	0,97	86,69	"	0,52
3 . .	4,0	12,50	8,94	2,89	1,05	86,57	"	0,55
4 . .	5,0	12,50	8,75	3,17	1,10	86,45	"	0,53
5 . .	6,0	12,48	8,94	3,00	1,15	86,36	"	0,55
6 . .	4,0	12,39	9,38	3,00	1,17	85,87	0,02	0,56
7 . .	12,0	12,35	9,82	3,06	1,28	85,01	0,09	0,74
8 . .	6,0	12,41	10,06	3,22	1,30	84,55	0,06	0,81
8½ .	5,0	12,40	12,56	2,72	1,91	81,52	0,08	1,21
8¾ .	5,0	11,72	14,34	3,00	3,51	75,90	1,02	2,23
9 . .	3,0	10,64	15,02	2,55	4,02	74,20	1,55	2,66
Feine Weizendunstkleie	16,0	11,35	13,50	3,06	4,54	63,64	8,71	6,55
Weizenmittelkleie . .	2,0	11,55	13,38	2,72	3,96	63,97	9,08	6,89
Grobe Weizenkleie . .	2,0	12,37	13,44	3,17	3,46	62,13	9,79	8,01

[1]) Die Sortirung geschieht folgendermassen: die feinen Theile werden gesiebt und liefern: Mehl 5 und 6, Dunst und Gries (letztere beiden sind zu putzen); die *mittelfeinen* Theile liefern nach dem Sieben: Gries 3, 2, 1, 0 (die geputzt werden), ferner Schrot und die (zwischen Gries und Schrot stehende) Auflösung; letztere werden nochmals gemahlen. Ebenfalls vermahlen werden die groben Theile, der Schrot.

b) Verdaulichkeit der Mahlprodukte.

	In der Trockensubstanz									
	Gesammt-Stickstoff	Stickstoff als				Stickstoff-substanz		N-freie Extraktstoffe		Gesammte verdaul. organ. Substanz
		Protein-	Amid	verdaulichem	unverdaulichem	verdauliche	unverdauliche	verdauliche	unverdauliche	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ursprüngl. Weizenkorn	2,24	1,71	0,53	2,09	0,15	13,06	0,94	73,99	9,26	87,05
Weizenmehl Nr. 0	1,89	1,34	0,55	1,83	0,06	11,44	0,38	87,24	0,47	98,68
1	1,88	1,33	0,55	1,82	0,06	11,38	0,38	87,18	0,56	98,56
2	1,95	1,42	0,53	1,88	0,07	11,75	0,44	86,72	0,57	98,47
3	1,95	1,43	0,52	1,89	0,06	11,81	0,38	86,58	0,73	98,39
4	1,97	1,42	0,57	1,92	0,05	12,00	0,31	86,27	0,89	98,27
5	1,97	1,43	0,54	1,91	0,06	11,94	0,38	86,20	0,93	98,14
6	2,04	1,50	0,54	1,94	0,10	12,13	0,63	85,47	1,21	97,60
7	2,12	1,57	0,55	2,04	0,08	12,75	0,50	84,35	1,66	97,10
8	2,19	1,61	0,58	2,09	0,10	13,06	0,63	83,62	1,88	96,68
8½	2,50	2,01	0,49	2,42	0,08	15,12	0,50	80,49	2,68	95,61
8¾	2,85	2,31	0,54	2,74	0,11	17,13	0,69	75,23	4,72	92,36
9	2,86	2,40	0,43	2,67	0,19	16,68	1,19	71,68	7,79	88,36
F. Weizendunstkleie	2,71	2,16	0,55	2,33	0,38	14,57	2,38	40,76	35,74	55,33
Weizenmittelkleie	2,63	2,14	0,49	2,08	0,55	13,00	3,44	33,69	42,98	46,69
Grobe Weizenkleie	2,72	2,15	0,57	2,15	0,57	13,43	3,56	31,54	43,46	44,97

Es geht aus Obigem hervor, dass je feiner die Mehle sind, sie um so mehr Stärke und um so weniger Stickstoffsubstanz, Fett, Rohfaser und Asche enthalten. In die Kleie des Weizens gehen über ca.:

Fett . . . . 45 %
N-freie Extraktstoffe . . . . 16 „
Rohfaser . . . . 93 „
Asche . . . . 64 „

Das untersuchte Korn enthielt

Feuchtigkeit . . . . 10,511 %
Asche . . . . 1,505 „
Kleber . . . . 14,352 „
Stärke . . . . 65,407 „
Holzfaser, Fett . . . . 8,225 „

Die Prüfung des Weizenmehls erfolgt am zweckmässigsten durch das Mikroskop, da dieses am ehesten minderwerthiges Mehl von Reis, Unkrautsamen, Wicken, Raden etc., sowie krankes erkennen lässt.

Der Stink-, Stein- oder Schmierbrand, ferner der Flug- oder Russbrand, sowie schliesslich Mutterkorn sind Pilze, deren Vegetationen das Mehl nicht nur minderwerthig, sondern sogar giftig machen können. Schimmelpilze finden sich häufig auf feuchtem Mehl. Auch Milben leben zuweilen im Mehl.

Im Allgemeinen zeigt jedes unreine oder verdorbene Mehl nach Geruch und Aussehen eigenthümliche Unterschiede gegenüber gutem. Wenn es harte, oft grössere Klumpen bildet, schimmelig riecht und unangenehmen, scharfen, bittern, süsslichen oder üblen Geschmack hat und im Schlund ein Gefühl von Schärfe zurücklässt, so ist es sicher verdächtig (Wittmack).

Die spezielle Prüfung des Mehles ermittelt die Farbe, den Wasser-

und Aschengehalt. Die wichtigste Rolle spielt die Feststellung von Menge und Güte des Klebers, da dieser das „Aufgehen“ des Brotes wesentlich beeinflusst (s. oben). Man wäscht den Kleber durch einen Wasserstrahl aus dem Mehl heraus und prüft seine Backfähigkeit in einem besonderen Apparat, dem Aleurometer (vergl. Dammer, Lexikon d. Verfälschungen, S. 545).

Roggenmehl. Das Roggenmehl wird im Allgemeinen wie das Weizenmehl bereitet. Man erhält nach Thiel folgende Ausbeute in Prozenten:

Mehl Nr. 0	43,80	37,5	32,5
Mehl Nr. 1	23,90	27,0	32,5
Mehl Nr. 2	5,05	10,5	7,5
Mehl Nr. 3	—		2,5
Futtermehl	9,45	10,0	—
Kleie	14,25	12,5	21,5
Abfall	3,55	2,5	3,5

Die Zusammensetzung der Körner und des Mehles zeigt nachstehende Tabelle nach Wunder:

Bestandtheile in Prozenten	Roggenkörner				Feines Mehl aus		Schwarzmehl aus		Kleie aus	
	1	2	3	4	3	4	3	4	3	4
Wasser	17,94	17,49	16,95	17,55	13,62	14,12	11,40	11,03	10,01	10,15
Holzfaser	3,41	4,22	1,38	1,49	0,94	1,12	1,56	1,86	4,30	3,88
Asche	2,02	2,15	2,04	2,57	0,96	1,19	1,76	2,46	5,81	7,08
Stickstoffhaltige Körper	9,53	10,00	8,96	9,67	8,06	8,19	11,88	12,44	13,85	14,87
Stickstofffreie Körper	67,10	66,14	70,67	68,72	76,59	75,38	73,40	72,21	66,03	64,02

Das Roggenmehl ist auch bei grösster Aufmerksamkeit nicht von so weisser Farbe wie das Weizenmehl zu erhalten. Vielfach wird es, mit Weizenmehl gemischt, verwendet.

Unterschiede gegenüber dem Weizenmehl liegen wesentlich in der Natur des vorhandenen Klebers; derselbe lässt sich nicht als zusammenhängende Masse auswaschen, vielmehr wird der grösste Theil desselben vom Wasserstrahl fortgerissen, und es verbleibt nur eine kleine Menge als schmierige Masse.

Ferner ist es eine Eigenthümlichkeit des Roggens, an der Luft dunkler zu werden; sie ist auf das Verhalten des vorhandenen Pflanzenkaseïns zurückzuführen.

Verfälscht wird das Roggenmehl häufig mit dem von Gerste, Mais, Hafer, Reis, Buchweizen, Kartoffeln etc.

Stärkezusatz zum Mehl. Im Verein der Stärke-Interessenten Deutschlands wurden sehr günstige Urtheile über die Verwendung des Stärkemehls zum Brotbacken gefällt und folgende zwei Rezepte bekannt gegeben, nach welchen ein wesentlich billigeres, dabei trockenes, kräftiges und wohlschmeckendes Brot gebacken werden kann.

1. Nachdem man 9 kg feinen Roggenmehls und 2 kg Kartoffelmehl trocken gemischt hat, werden 2 bis 2,5 kg für den Zweck des Austrocknens zurückbehalten, während das Uebrige mit 6 l Wasser, magerer Milch oder Buttermilch, auf 35 bis 45° erwärmt, zu einem Brei gerührt wird, zu welchem eine Handvoll Salz und 100 g in kaltem Wasser gerührter Hefe hinzukommen. Alsdann wird reichlich Mehl übergestreut und der zugedeckte Teig an einen warmen Ort gestellt. Etwa 7 Stunden nach dem Ansäuern wird der Teig ausgeknetet, wieder

zugedeckt, nach $1\frac{1}{2}$ Stunden zu Broten geformt und in 1 Stunde gar gebacken.

2. Beim Einsäuern werden 15 kg Stärkemehl, 70 l warmen Wassers und so viel Roggenmehl von im Ganzen 75 kg zusammengerührt, dass eine breiige Masse entsteht. Nach 8- bis 9stündigen Säuern wird beim Kneten das noch übrige Roggenmehl verbraucht. Hierauf lässt man den Teig bei 20° $2\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden stehen; nach dieser Zeit werden aus dem aufgegangenen Teige die Brote geformt und in den Ofen geschoben. Die Hitze darf beim Backen nicht zu stark sein, weil sonst das Brot leicht zu sehr austrocknet.

Die Beimischung von Kartoffelmehl zum Roggenmehl ist namentlich in Holland, wo man im Uebrigen auf gute Backwaaren grossen Werth legt, sehr gebräuchlich (Uhland's Mitth. f. d. Stärke-Ind.).

Die Lockerungsmittel

sind nach der Theorie ihrer Wirksamkeit schon oben erörtert worden.

a) Die Hefe wird am zweckmässigsten als Presshefe (vergl. den Abschnitt Alkohol) bezogen, die in weissen bröckeligen Stücken in den Handel kommt.

Der Zusammensetzung nach soll die Hefe wesentlich aus Saccharomyces cerevisiae, Alkoholhefe, bestehen; geringe Mengen von Essigsäure- und Milchsäuregährung hervorrufenden Organismen, Stärkekörner, Cellulose etc. sind ebenfalls häufig zugegen. Zur Beförderung der Haltbarkeit setzt man der durch Pressen auf nur 25 bis 30 % Trockengehalt gebrachten Hefe meist Stärke in Mengen von 4 bis 12 % zu.

Zur Ermittelung der Gährkraft hat Hayduck (Zeitschr. f. Spiritusind. 1882. 226) ein besonderes Verfahren angegeben, nach welchem 10 g Hefe mit 400 ccm 10 %iger Rohrzuckerlösung bei 30° eine halbe Stunde lang vergohren werden und die Menge der entwickelten Kohlensäure gemessen wird; dieselbe betrug für:

1. Hefe ohne Stärkezusatz . . .	256 bis 310 ccm;
2. Hefe mit grossem Stärkezusatz .	30 „
3. Bierhefe	310 „
4. Presshefe ohne Stärkezusatz . .	374 bis 484 „

Die Konservirung der Hefe ist im Winter leicht; im Sommer muss sie getrocknet aufbewahrt werden. Uebergiessen mit Zuckerlösung, Glycerin etc. soll ebenfalls gute Dienste leisten.

b) Ueberlässt man mit Hefe zur Gährung gebrachten Teig sich selbst, so bildet sich in ihm genügend Hefe, dass er neue Antheile Mehlteig zur Gährung bringen kann (Sauerteig, Sauer, Frischel). Der Sauerteig wird von dem fertig aufgegangenen Teig abgenommen und bis zum nächsten Backen aufgehoben. Die Gährung schreitet darin weiter fort und namentlich entwickelt sich neben der alkoholischen auch Milchsäuregährung, deren Fermente bei der Benutzung des Sauerteigs auch in frischem Teig sofort beide Gährungen hervorrufen. Man rechnet gewöhnlich auf 100 Thle. Mehl 4 Thle. Sauerteig. Auf dem Lande, wo der Sauerteig oft 2 bis 3 Wochen aufbewahrt wird, erhält man meist saures Brot, während in Städten, wo der Sauerteig nicht alt wird, das Brot nicht sauer schmeckt.

Um bei längerem Aufbewahren des Sauers zu starke saure Gährung (Essig-, Milch-, Buttersäure etc.) zu verhindern [1]), wird der Teig von Zeit zu Zeit mit Wasser und Mehl angefrischt; auch Malzbrühe ist mit gutem Erfolg hierzu verwendet worden.

c) Auf chemischem Weg hat man mittelst verschiedener Agentien Kohlensäure entwickelt. Nach Sewell's Vorschlag wurden 127 kg Mehl mit 1,276 l Salzsäure vom SG. 1,14 angerührt und dann mit 1,106 kg Natriumbikarbonat gemischt. Da es indessen schwierig ist, absolut arsenfreie Salzsäure zu erhalten, und da auch eine durchaus gleichmässige Vertheilung mit grossen Umständen verbunden ist, so hat man nur feste Substanzen angewendet wie Salmiak und Natriumbikarbonat; ersteren ersetzt man durch Weinsäure [2]) im Yeast powder (Hefen-, Backpulver), durch Calciumbiphosphat in Horsford's Backpulver (W. J. 1863. 204). Auch Ammoniumkarbonat wird als Lockerungsmittel gebraucht.

d) Nach Dauglish [3]) wird der Teig unter Druck mit Kohlensäure gesättigt, so dass er sich lockert, sobald der Druck aufgehoben wird. Dem nach diesem Verfahren bereiteten Aerated bread steht offenbar noch eine Zukunft bevor; ausgeübt wird das Verfahren vorzugsweise in englischen Fabriken.

e) Zusatz von Alaun, Kupfer- oder Zinkvitriol, um in verdorbenem Mehl den zersetzten Kleber wieder zähe und in Wasser unlöslich zu machen, ist entschieden zu verwerfen. Verdünntes Kalkwasser erfüllt denselben Zweck in unschädlicher Weise.

Die Teigbereitung selbst ist schwierig, da es darauf ankommt, nicht nur das Mehl selbst gleichmässig mit Wasser zu befeuchten, sondern auch in diesem Teig die Hefe oder den Sauerteig völlig homogen zu vertheilen. Man bildet beispielsweise zunächst mit dem ganz gleichmässig in Wasser aufgerührten Sauerteig und wenig Mehl einen Vorteig; diesen lässt man an einem warmen Ort stehen, bis die Gährung anfängt; dann wird wieder mit Wasser vertheilt und von Neuem mit Mehl ein Teig angerührt, der wieder zur Gährung gebracht wird. Derart wird noch 1- bis 2mal verfahren, bis alles Mehl in Arbeit genommen ist.

Mit Hefe arbeitet man ähnlich, doch wird das Mehl, da sie schneller als Sauerteig vergährt, gewöhnlich nur in zwei Portionen angerührt.

Erst der letzten Menge Wasser setzt man Salz zu, damit nicht die Gährung gestört wird. Dann wird geformt und gebacken.

Während das sehr mühselige Kneten im Backtrog im Kleinen meist durch Handarbeit geschieht, hat man für den Grossbetrieb die wesentlich rationelleren Knetmaschinen eingeführt, von denen bemerkenswerthe Konstruktionen von Werner & Pfleiderer (Cannstatt) ausgeführt werden.

In Fig. 162a und b sind derartige Teigknetmaschinen für

---

[1]) Genannte Säuren wirken deshalb schädlich, weil sie den Kleber lösen und dadurch das Mehl dicht, auch dunkel machen.

[2]) In Amerika hat man statt Weinsäure auch Oxalsäure verwendet, und zwar 1 g in 0,5 kg Brot; dies ist entschieden zu verwerfen (Ch. Z. 1890. II).

[3]) In Amerika sollen 1868 ca. 500000 kg Dauglishbrot verkauft worden sein.

grössere Betriebe abgebildet; erstere zeigt den Apparat im Augenblick der Beschickung, letztere beim Entleeren.

Der Knettrog A bildet einen eisernen rechteckigen Kasten, dessen oberer Theil trichterförmig gestaltet ist, während der untere aus zwei neben einander liegenden Halbcylindern besteht. Die Berührungsstelle derselben bildet am Boden des Troges eine Schneide (s. Fig. 162b). In dem Centrum eines jeden dieser beiden Halbcylinder liegt eine Achse

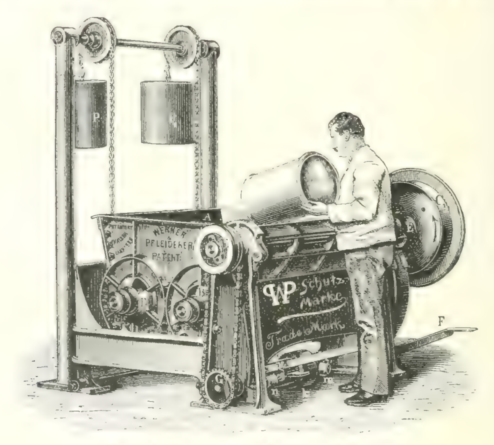


Fig. 162 a. Teigknetmaschine von Werner & Pfleiderer.

des Knetwerkes. Die Bewegung dieser Achsen wird unter Vermittelung der auf der Welle EE_1 sitzenden Riemenscheiben CC_1 bewirkt. Auf der Hauptbetriebswelle EE_1 befinden sich bei E Zahnräder, welche mit entsprechenden auf den Achsen der Knetwerke B und B_1 derart in Eingriff kommen, dass sich Achse B im entgegengesetzten Sinn wie die Welle EE_1, aber die Achse B_1 in demselben Sinne wie EE_1 dreht. Die auf den Achsen B und B_1 befestigten Rührschaufeln besitzen demnach entgegengesetzte Drehung; die Dimensionen der Uebertragungszahnräder sind ausserdem so gewählt, dass sich beide Theile des Rührwerkes mit verschiedener Geschwindigkeit bewegen. Ferner ist dafür Sorge getragen, dass den beiden Achsen des Knetwerkes jeden Augenblick eine beliebige Drehung von rechts nach links oder umgekehrt ertheilt werden kann; stets aber ist die Drehung der einen Achse derjenigen der anderen entgegengesetzt.

Die Gestalt der Schaufeln, welche sich mit den Achsen BB_1 in dem Troge drehen, ist sehr verschieden je nach der Aufgabe, die von

der Maschine erfüllt werden soll. Die theoretische Grundform der Schaufeln ist eine Schnittfläche, welche schief so durch einen der Cylinder am Boden des Troges gelegt wird, dass die Cylinderfläche als Oberfläche des Rotationskörpers erscheint, den die Schaufel bei ihrer Drehung beschreibt. Eine solche elliptisch gestaltete Fläche bestreicht bei ihrer Rotation nach einander alle Theile der Cylinderfläche, so dass nirgends an der Trogwandung Theile der Beschickung hängen

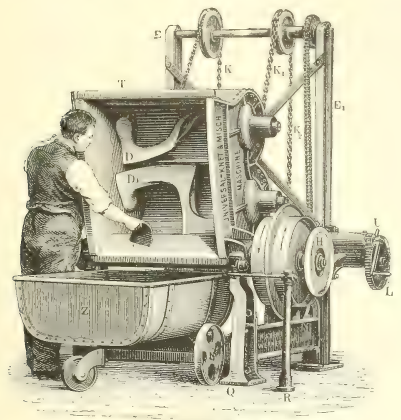


Fig. 162 l. Teigknetmaschine von Werner & Pfleiderer

bleiben können, welche der Wirkung der Maschine entzogen werden. Ist der Trog mit Teig gefüllt und sind die beiden Rührflügel gegen einander in Rotation, so fassen dieselben Theile des Teiges, pressen sie gegen einander sowie gegen die Schneide am Boden des Troges und schieben sie über die Cylinderfläche vor sich her. Beide Rührflächen besitzen verschiedene Geschwindigkeit; in Folge dessen wird diese ziehende und pressende Wirkung der Flügel auf den Teig bald abwechselnd nach rechts oder links, bald gleichzeitig nach beiden Richtungen eintreten. Werden die Flügel in entgegengesetztem Sinne gedreht, so werden die Rührflächen den Teig an der Seite des Troges fassen und hin in der Mitte über der Schneide nach oben führen und in die Länge ziehen. Es findet so in dem Teige eine ununterbrochene Bewegung statt, welche aus einer abwechselnden Drehung, Pressung, Quetschung und Gegeneinanderführung der einzelnen Theile in den verschiedensten Stellungen besteht und erfolgreich die Bewegung der zwei Hände eines knetenden und mischenden Arbeiters nachahmt.

Die einfachen elliptischen Rührflächen werden jetzt von **Werner & Pfleiderer** für Knetmaschinen nur noch für einzelne Fälle in Anwendung gebracht. Man fand Schwierigkeiten namentlich dadurch, dass die unter der Schaufel befindlichen Theile der Beschickung nicht leicht genug ausweichen konnten, wenn neue Theile des Teiges von den Flügeln gefasst und nach unten gepresst wurden. Unter den Ecken der elliptischen Flächen blieb leicht unverändertes rohes Material des Teiges hängen. Um diesem Uebelstande abzuhelfen, wurden Löcher in die Rührflächen gebohrt, dann wurden Theile der Flächen abgeschnitten, die feste Achse wurde beseitigt und schliesslich kam man für Brotteigmaschinen zu der Gestalt der Rührflügel DD_1, wie sie Fig. 162b zeigt. Man erkennt, dass von dem Rande der ursprünglichen Ellipse nur noch zwei Segmente erhalten blieben. Damit diese aber sicher alle Theile der Cylinderwand bestreichen und nirgends an der Trogwand Teig hängen bleiben kann, sind die Segmente der elliptischen Fläche so gross gewählt, dass sie erheblich über einander greifen, ein Theil der Cylinderfläche also von beiden Segmenten desselben Rührflügels bestrichen werden muss.

Die Beschickung der Maschine ist sehr einfach. Wie die Figur zeigt, ist der Trog so niedrig aufgestellt, dass ein Mann bequem die Rohmaterialien für den Teig eintragen kann. Zur Entleerung wird der Trog um die Achse EE_1 gedreht, der Teig wird dabei in einer solchen Höhe aus dem Troge herausgeschafft, dass irgend welche Apparate zum Forttransportiren der fertigen Mischung bequem untergestellt werden können. In Folge des Hochheraufhebens können die Behälter zur Aufnahme des fertigen Teiges z. B. in der Höhe eines gewöhnlichen Wirktisches konstruirt werden, so, dass der Teig zur weiteren Verarbeitung nicht weiter gehoben werden muss, sondern unmittelbar aus der Maschine den Arbeitern in die Hände geliefert wird. Ferner steht der ungekippte Trog so, dass der Arbeiter zum Reinigen desselben weder hinaufsteigen, noch hinunterkriechen muss, sondern in der natürlichsten Stellung arbeiten kann. Um den Trog leicht heben zu können, ist er durch die Gegengewichte PP_1 (Fig. 162a) ausbalancirt. Die Summe der Gewichte P und P_1 ist gleich dem Gewichte des Troges plus dem halben Teiggewichte, man hat also bei der Kippung des Troges nur das halbe Teiggewicht zu heben resp. zu bremsen. Gekippt wird durch Niedertreten des Hebelarmes F.

Die Dimensionen und Leistungen der Maschine sind folgende:

Fassungsraum in Mehl kg	45—120	100—230	170—400	230—570
in Teig „	70—180	150—350	250—600	350—850
Leistung pro Tag in Brot „	3000—6000	5000—10000	7000—15000	10000—20000
Dimensionen: Länge mm	1950	2350	2650	3000
Breite „	1650	2000	2400	2400
Höhe „	1820	2400	2820	2820
Nöthige Betriebskraft in Pferdestärken	1—3	1½—4	2½—6	3½—6½

Alle Maschinen mit Riemenbetrieb sind mit einer Vorrichtung zum bequemen Vorwärts- und Rückwärtslaufenlassen der Rührer versehen: dieselbe besteht aus zwei losen Riemenscheiben C und C'

und einem dazwischen liegenden, die Welle mitnehmenden Mittelstück, welches durch Drehen des Handrades *H* in und ausser Eingriff mit den losen Riemenscheiben gebracht wird.

II. Backen des Teiges.

Das **Backen** erfolgt in Oefen, deren Wände eine Temperatur von ca. 300° haben, und zwar in einer feuchten Atmosphäre, damit die Wärmeübertragung und Austrocknung der Rinde eine möglichst gleichartige ist. Die letztere wird auf ca. 180° erhitzt, wobei sich dextrin- und karamelartige Substanzen bilden, die noch weitergehende Zersetzungen erleiden. Die Krume erhält nur eine Temperatur von ca. 100° und gibt hierbei einen grossen Theil ihres Wassergehaltes ab. Die Quantität desselben hängt natürlich von der Oberfläche des Teigstückes ab und beträgt beispielsweise beim Backen eines Wasserwecken von 50 g ca. 28 %, dagegen bei einem Halbschwarzbrot von 1000 g nur ca. 11 %.

Von den mannigfachen Konstruktionen der **Backöfen**, die für Innen- und Aussenfeuerung eingerichtet sind und mit heisser Luft, gespanntem oder überhitztem Wasserdampf, sowie mit heissem Wasser geheizt werden, seien hier die **Wasserheizungsbacköfen** von **H. Doberschinsky** (Breslau) angeführt. Der Heizraum ist vom Back-

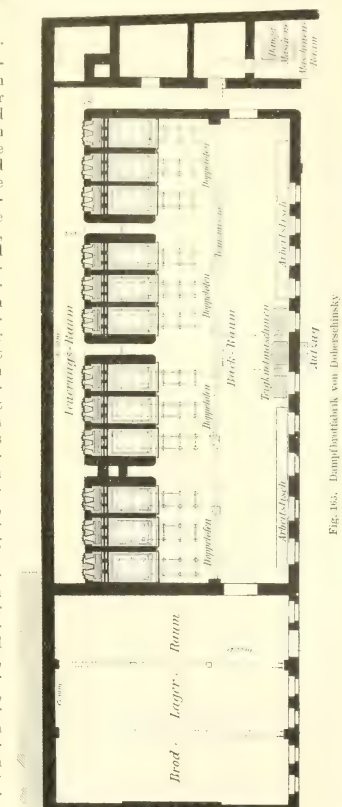


Fig. 163. Dampfbrotfabrik von Doberschinsky

Nr.	Brotarten	Zeit der Untersuchg.	Wasser %	Stickstoffsubstanz %	Fett %	Zucker %	Stärke %	Gummi und Dextrin etc. %	Asche %	In der Trockensubstanz: Stickstoffsubstanz %	In der Trockensubstanz: Kohlehydrate %	Stickstoff in der Trockensubstanz %
	Weizenbrot.											
1.	Weisses Weizenbrot	Aus	47,90	[illegible]	—	—	—		[illegible]	10,06		1,61
2.	Weckenbrot		41,18	6,18	—	—	—	—	1,05	9,81	—	1,57
3.	Gewöhnliches Pariser Brot	früherer	41,21	7,[illegible]		—	—	—	0,84	13,19	—	2,11
4.	Weissbrot	Zeit	56,[illegible]	[illegible]	0,2				1,0	11,30		1,86
5.	Halbweissbrot		56,0	6,[illegible]	0,[illegible]				1,9	10,19		1,63
6.	Halbweissbrot aus München Nr. 1	1875	Trocken.	13,62	—	—	—	—	—	15,63		2,18
7.	desgl. Nr. 2	"	"	12,[illegible]		—	—	—	—	12,58		1,98
8.	desgl. Nr. 3	"		12,68				—	—	12,69	—	2,03
9.	Brot aus Hannover		37,37	5,87	—	—			1,10	9,38		1,50
											Stärke	
10.	Wasserweck aus Nürnberg, Krume	1861	10,60	6,50	1,00	2,48	70,32	8,81	—	13,91	67,88	1,75
11.	desgl. Rinde	"	17,00	9,25	0,61	3,04	59,21	11,00	—	10,63	64,88	1,70
12.	desgl. von 81 g	"	15,50	4,81	1,00	1,40	69,52	7,30	—	8,84	—	1,41
13.	desgl. von 79,5 g	"	12,20	6,51	0,90	1,60	72,75	6,20		10,94	—	1,75
14.	desgl. von 81 g	"	15,10	5,51	0,84	2,50	58,95	4,56		9,69		1,55
15.	Weizenbrot aus kleinen Städten der Umgegend von Nürnberg	"	12,7	6,47	—	2,15	—	—	—	11,51	—	1,84
16.	desgl.	"	16,3	5,76		1,61		—	—	10,69	—	1,71
17.	desgl.	"	13,8	5,[illegible]		1,15		—		10,56	—	1,69
18.	desgl.	"	10,9	[illegible],73	—	2,29				9,61		[illegible]
19.	desgl.	"	12,2	[illegible],21		0,82				9,05		1,44
								Holzfaser				
20.	Semmel aus München	"	10,3	7,19		—			1,46	12,56		2,01
21.	Semmel aus Münster	1876	26,49	8,62	0,60		62,98	0,11	1,00	11,64	[illegible]	1,87
22.	Gröberes Weizenbrot aus Münster	"	38,06	6,20	0,57		53,16	0,30	1,31	10,00	85,82	1,60
23.	Semmel aus Münster	1878	29,52	8,69	0,21	[illegible]	56,29	0,35	1,17	12,31	[illegible]	1,94
24.	Gröberes Weizenbrot aus Münster	"	35,95	7,58	0,10	1,14	50,17	0,55	1,29	11,81	85,77	1,89
25.	Milchbrot	1877	28,08	7,28	0,93				0,57	10,12		1,62
26.	Semmel	"	31,85	(2,46)?	0,12	—		—	0,53	4,06		0,65
27.	Bosnisches Weizenbrot	1881	53,72	6,59	0,32	2,03	34,97	0,78	1,59	14,25	80,00	2,28
28.	Weissbrot	1882	30,38	7,65	0,28	1,32	45,89		1,48	10,99		1,76
							Kohlehydrate	Holzfaser				
29.	Feinstes Brot aus Pavia	1887	40,72	7,18					1,12	—	—	1,91
30.	Mittelfeines Brot aus Pavia	"	35,80	7,81		—	—	—	1,13			1,91
31.	Dunkles Brot aus Pavia	"	43,61	7,95					1,24			2,26
32.	Aus verschiedenen Gegenden Russlands (Mittel mehrerer Proben) Weizenmehlbrot	1888	28,09	10,40	1,46	2,29	56,57	0,19	1,00	14,52	81,85	2,34
33.	desgl. aus dem feinst. Mehl	"	34,69	10,68	0,32	0,38	52,26	0,26	1,41	16,52	80,65	2,66
34.	desgl. aus gewöhnl. Mehl	"	39,01	12,65	0,50	1,92	43,13	0,93	1,56	20,75	71,35	3,32
	Feineres Weizenbrot.						N-freie					

							Stärke	Gummi, Dextrin				
	Roggenbrot.											
1	Roggenbrot	?	48,57	5,30		—		—	1,78	10,31	—	1,65
2	Roggenbrot aus Nürnberg, Krume	1860	46,41	8,89	0,57	1,46	34,16	8,25	—	16,63	—	2,06
3	desgl. Rinde	„	(12,15	12,54	0,55	4,25	55,48	16,00	—	11,13	—	2,26
4.	1 Tag alt aus der Umgegend von Nürnberg		43,00	4,58	0,83	1,20	41,05	9,40	—	7,69	—	1,24
5.	desgl.		47,50	4,13	0,70	2,85	37,59	7,40	—	7,88	—	1,26
6.	3 Tage alt aus Unterfranken		47,00	3,19	0,78	5,70	32,82	10,10	—	6,56	—	1,55
							N freie Stoffe	Holzfaser				
7	Aus Dörfern in der Umgegend von Nürnberg	„	47,3	5,86	—	1,58	—		—	11,13	—	1,78
8	desgl	„	47,0	4,71	—	1,25	—		—	8,88	—	1,42
9	desgl	„	42,7	4,58	—	1,71			—	8,00	—	1,28
10.	Roggenbrot aus Makow	1873	25,66 [1]	9,68	—				—	15,00	—	2,08
11.	Roggenbrot aus Makow, weiss	„	22,90	7,32	—				—	9,50	—	1,52
12	Roggenbrot von d. Hanna, Mähren	„	28,42	3,91	—				—	5,50	—	0,88
13	Roggenbrot aus dem Gebirge	„	28,24	5,04	—	—	—	—	—	7,00	—	1,12
14.	Roggenbrot aus Emsdorf	„	29,27	8,01	—	—	—	—	—	11,44	—	1,86
15	Roggenbrot aus St. Genois	„	21,30	5,95	—	—	—		—	7,56	—	1,21
16	Roggenbrot aus Hinterpommern	„	21,00 [1]	6,07	—	—				7,69	—	1,23
17	Hosford-Liebig'sches[3] Roggenbrot aus München	1871	45,1	6,82	—		—	—	3,08	12,52	—	2,00
18	Gewöhnliches Roggenbrot aus München	„	46,3	9,22	—				2,21	17,19	—	2,75
19	Roggenbrot aus Münster	1876	37,22	6,12	0,30	—	55,18	0,52	0,86	9,80	87,88	1,36
20	desgl	„	35,19	7,51	0,12	1,55	51,15	0,29	0,94	11,65	86,51	1,89
21	Sogen. Paderborner Brot aus Münster	„	38,52	7,20	0,10	2,62	50,56	0,39	1,51	11,69	85,84	1,87
22.	Süss saures[4] Roggenbrot	1881	29,81	7,76	0,39	1,61	58,56	0,97	1,10	11,76	85,43	1,77
23.	Wiener Roggenbrot	„	31,93	8,30	0,33	1,46	55,11	0,94	1,30	12,19	84,11	1,35
24.	Rheinisches Schwarzbrot	1882	11,32	5,97 [5]	1,16	6,64	13,68		1,23	10,17	—	2,02
								Holzfaser				
	Deutsches Roggenbrot, Mittel	—	12,27	6,11	0,13	2,31	46,91	0,39	1,46	10,25	87,41	1,66
	Andere Brotarten.						N-freie Extraktivstoffe					
	Pumpernickel	1873	(11,68 [5])	(6,38)	—					7,27	—	1,16
1.	Aus Münster i. W.	1877	43,26	6,12	0,93		46,63	0,17	1,89	10,88	—	1,75
2.	desgl	„	42,90	8,90	2,09	3,28	39,71	1,70	1,30	15,06	77,52	2,40
							Stärke					
3.	Aus Holland	1887	41,61	6,87	5,28	(5,32)	36,91	2,37	1,06	11,56	73,23	1,88
4.	desgl.	„	35,55	6,31	2,71	(13,91)	37,21	2,67	1,64	9,50	77,74	1,34
	Deutscher, Mittel	—	43,42	7,59	1,51	3,25	41,87	0,91	1,42	10,11	74,43	1,57
	Kommissbrot.											
1.	Französisches	?	41,07	7,62	—		—		0,85	12,91	—	2,07
2.	Preussisches	1879	36,71	7,17	0,45	3,05	46,56	1,51	1,46	11,81	78,65	1,89

[1] Die Brote waren nur theilweise frisch. — [2] Die N-Substanz besteht aus 4,20 % Eiweiss, 0,79 % löslichem Nichteiweiss und 0,98 % unlöslicher N-Substanz. — [3] Dieses Brot wird bekanntlich statt durch Hefe durch Kohlensäure gelockert, die sich aus dem zugesetzten Gemisch von doppelt kohlensaurem Natrium und saurem phosphorsaurem Calcium entwickelt. — [4] Nr. 22 aus ein Drittel gesäuertem und zwei Drittel ungesäuertem Teig, Nr. 23 in üblicher Weise aus demselben Mehl hergestellt. — [5] Die Zahlen gelten für das lufttrockene Brot.

raum vollständig getrennt und liegt am hinteren Ende des Ofens. Reinlichkeit des Betriebes und gute Luft im Backraum ist hierdurch gewährleistet: ferner kann stets zu gleicher Zeit geheizt und gebacken werden. Die Heizgase kommen mit der Backwaare selbst nicht in Berührung, sondern geben ihre Wärme an eine Anzahl eiserner, vorn und hinten zugeschweisster Röhren ab, die Wasser enthalten und unter einander nicht in Verbindung stehen. Zur Kontrole des Druckes dient ein Manometer, die Temperatur regulirt ein Pyrometer. Die zu backende Waare setzt man ausserhalb des Ofens auf den Backherd, der sich zu diesem Zweck bequem aus dem Ofen herausziehen lässt und alsdann auf Schienen ruht. Um die Hitze im Ofen besser auszunutzen, werden zweckmässig zwei Herde über einander angebracht.

Eine Anwendung dieser Backöfen im Grossen zeigt der in Fig. 163 abgebildete Grundriss der Dampfbrotfabrik des Breslauer Konsumvereins, in welcher zur Zeit 21 Bäcker in 17 Oefen [1]) mit zusammen 34 Herden von je 1,8 × 3,3 m nutzbarer Backfläche 180000 Brote à 2 kg Verkaufsgewicht backen; der Betrieb ist bei achtstündiger Arbeitsschicht ein ununterbrochener.

Brotarten.

Die verschiedenen Brotsorten lassen sich in zwei Klassen gruppiren: solche aus kleiefreiem Mehl und solche aus Schrot oder Mehl vom ganzen Korn. Die letzteren sind im Allgemeinen unter gleichen Umständen als schwerer verdaulich und weniger nahrhaft zu bezeichnen. Zu ihnen gehört: Grahambrot, aus geschrotenem Weizen oder aus 1 Thl. Kleie und 5 bis 8 Thln. Weizenmehl; auch Roggen wird zugesetzt. Das Brot ist porös aber ungesäuert. Pumpernickel, aus geschrotenem Roggen, wird ähnlich bereitet, ist aber gesäuert. Preussisches Kommissbrot ist ein gesäuertes Roggenbrot. Das kleiefreie Brot wird aus gesäuertem und ungesäuertem Teig bereitet. In letzterer Art bäckt man: Schiffszwieback und Biskuits, in ersterer Schwarzbrot (aus Roggenmehl) und Weissbrot (aus Weizenmehl).

Eigenschaften. Durch das Backen ist ein Theil der Stärke löslich geworden, ein anderer in Dextrin und Zucker verwandelt; die stickstoffhaltigen Bestandtheile des Mehles sind nur zum Theil verändert; das Albumin ist koagulirt, der Kleber lässt sich nicht mehr auswaschen.

Die Kruste zeichnet sich wesentlich durch ihren geringeren Wasser- und höheren Dextringehalt aus; sie enthält ferner ein eigenthümliches Umwandlungsprodukt der Eiweissstoffe und Röstprodukte (Karamel, Assamar etc.).

Eine Uebersicht der Zusammensetzung verschiedener Brote zeigen vorstehende Tabellen nach König (Die Nahrungs- und Genussmittel, Bd. 1, 3. Aufl., Berlin 1889).

Eingehende Untersuchungen sind in den letzten Jahren vor Allem von Lehmann und Sell auf dem Gebiet der Brotbereitung unternommen worden. Lehmann (Ch. Z. 1893) versteht unter Brot nur die zur allgemeinen Volksernährung verwendeten oder empfohlenen Sorten. Roggen bildet immer noch unser wichtigstes Volksgetreide. Aus der Mehrzahl der deutschen Länder erhält man ein mehr oder weniger dunkles Graubrot aus Sauerteig und Mehl, das von grober Kleie befreit und ziemlich fein gemahlen ist, als das weitest verbreitete

[1]) Die Figur zeigt deren nur 12.

Volksnahrungsmittel. Beimengungen anderer Getreidearten sind bisher ohne allgemeine Bedeutung. Eine renommirte Brotfabrik in München (Rauber) bringt z. B. vier Sorten von Graubrot in den Handel, die 25 bis 50 % Weizenmehl, im Uebrigen Roggenmehl enthalten. Das neue deutsche Soldatenbrot wird aus 0,66 Roggenmehl mit 15 % Kleienauszug und aus 0,33 Weizenmehl mit 8 % Kleienauszug gebacken. Die Untersuchung ergab: Wasser 36,7, Eiweiss 8,2, Fett 0,24, Kohlehydrate 52,95, Cellulose 0,75, Asche 1,11 %. Die aus den Städten Deutschlands stammenden Brote ergaben bei der Untersuchung nicht viel Auffallendes. Grösser sind die Abweichungen der Brote aus den ländlichen Distrikten. Im Norden und Nordwesten Deutschlands bildet das Schrotbrot eine wichtige Brotform, welche für nahezu 10 Millionen Deutsche die Hauptnahrung darstellt. Vom hygienischen Standpunkt aus interessiren bei einem Brote: 1. der Grad der Reinigung des Getreides, 2. der Grad der Zerkleinerung des Getreides, 3. der Grad der Befreiung von Kleie, 4. der Grad der Säuerung, 5. der Eiweissgehalt, 6. die Lockerung und das Ausgebackensein, 7. Wassergehalt und Frischbleiben.

Was den Gehalt des Getreides an Unkraut betrifft, so befreien die Getreidereinigungsanstalten und Kunstmühlen das Getreide davon bis auf Spuren, so dass nur noch Gehalte von 0,4 bis 0,5 % Unkrautsamen etc. vorkommen. Mutterkorn hat Lehmann in gereinigtem Getreide nur einmal bis 0,1 % gefunden. Anders verhält es sich in den Schrotbrot konsumirenden Gegenden. Fast durchweg auf dem Lande ist das Getreide schlecht gereinigt. In 27 Brotsorten vermisste Lehmann nur 6mal Raden, allerdings betrug ihr Gehalt nur 0,1 bis 0,2 %, stieg aber auch bis auf 3,6 und 7,3 %; daneben fanden sich Wicken bis 3 %, Knöterich bis 1,5 %, Mutterkorn bis 0,9 %, Ackersenf bis 0,4 %, Mäusekoth bis 0,15 %. Hier zeigten wieder die ländlichen Brote den höchsten Unkrautgehalt. Noch im Jahre 1879 hat man in Oberhessen eine Mutterkornepidemie gehabt; das Brot enthielt nicht über 0,25 bis 0,5 % Mutterkorn. Auch die Kornrade in Mengen von über 0,2 % hält Lehmann für unzulässig.

Um die Bestandtheile des Getreides den Verdauungssäften zugänglich zu machen, muss es sehr fein gemahlen werden. Es wurde die Forderung aufgestellt, dass alle Mehle, die für die menschliche Nahrung bestimmt sind, ein Sieb von einer Maschenweite von 0,22 mm zu passiren im Stande seien. Die Produkte der Kunstmühlen entsprechen im Allgemeinen in Bezug auf Weizen diesem Verlangen. Bei Roggenmehl findet man häufig 5 bis 10, ja bis 20 und 30 % gröbere Fragmente. In sieben Schrotmehlen aus der Rheinprovinz waren ca. 60 % der Fragmente gröber als 1 mm Durchmesser. Alle Brote aus grob zerkleinerten Mehlen haben sich bisher als schlecht ausnutzbar gezeigt. Der Verlust von Trockensubstanz betrug bei ziemlich grobem Mehl bei der Ausnutzung 12,5 %, bei sehr feinem aber, die ganze Kleie enthaltendem Mehl nur 7,5 %. Es gehen also 5 % der Nahrung nur deshalb verloren, weil die Zermahlung ungenügend ist. Unsere deutschen Schrotmehle sind gröber als die englischen. Verluste von 20 % Trockensubstanz (16 bis 18,6 % unter Abzug des Hungerkothes) sind in Deutschland nicht selten.

Die Kleienschichten des Getreides sind reicher an Eiweiss als der Mehlkeim. Da das Mehl an Eiweiss relativ arm ist, so schien es

wichtig, durch Mitgeniessen der Kleie dem Körper eine eiweissreichere und dadurch werthvollere Nahrung zuzuführen. Dagegen sind grobe Kleienfragmente nachtheilig für den Verdauungskanal, den sie stark reizen, und schädigen die Ausnutzung. Um schmackhaft zu werden, bedarf das Brot eines gewissen Säuregehaltes. Bei der Gährung entsteht Essigsäure, Milchsäure und eine höhere Fettsäure. Diese drei bedingen, theils als freie Säuren, theils durch Erzeugung von saurem phosphorsaurem Kalium aus den neutralen Phosphaten des Mehles, die saure Reaktion des Brotes. Die Säuerung wird in Deutschland in ganz unglaublicher Weise durchgeführt. Der relative Säuregehalt schwankt um das 20fache. Die Verwendung von Hefe statt Sauerteig hat einen günstigen Einfluss auf die Ausnutzbarkeit des Brotes. Lehmann's eigene Untersuchungen ergaben, dass der gesunde Mensch auch sehr saures Brot sehr gut ausnutzt. — Der hohe Säuregehalt des Brotes bewirkt, dass die Giftigkeit der darin enthaltenen Kornraden sehr abgeschwächt wird. Durch vielfache Untersuchungen hat sich ergeben, dass Weizenmehl ein viel besser ausnutzbares Produkt als Roggenmehl von gleicher Feinheit liefert. Die Vorschläge, die Teiglockerung auf künstlichem Wege, früher durch Entwickelung von Kohlensäure aus Kaliummonophosphat und Natriumkarbonat, jetzt durch Einleiten von Kohlensäure zu bewirken, haben in Deutschland keine grosse Verbreitung gefunden. Bei der Hefegährung gehen 1.5 bis 4 % der Brotmasse als Kohlensäure und Alkohol verloren.

Eine besondere Beachtung verdienen die neueren Bestrebungen, dem Brote einen möglichst hohen Eiweissgehalt zu geben. Beachtenswerthe Erfolge erzielte Hundhausen, dem es gelungen ist, den Weizenkleber, der bei der Stärkefabrikation abfällt, haltbar zu machen und in eine Form zu bringen, in der er in beliebiger Weise dem Brote zugesetzt werden kann. Durch einen geheim gehaltenen Kunstgriff führt Hundhausen den Kleber im Momente seiner Abscheidung in eine Modifikation über, die er Aleuronat nennt. In den Handel kommt das Präparat als lockeres Pulver, das etwa 80 % Eiweiss (0.67 Pepton, 1.34 Albumin, 1.05 Hämoalbumin, 96.94 Pflanzenkaseïn), 11 % Kohlehydrate, 6 % Wasser enthält. Es ist geruchlos und hält sich Jahre lang. Verwendet man 80 % Aleuronatmehl und 12 % Eiweiss enthaltendes Mehl, so beträgt:

	Eiweissgehalt d. frischen Brotes (40 % Wasser)	Eiweissgehalt des trockenen Brotes
Ohne Zusatz von Aleuronatmehl	8.2	13,8
Bei „ „ 1/8 Aleuronatmehl	13.2	22,0
„ „ „ 1/4 „	18.2	30,3

1 kg Aleuronat enthält 800 g Eiweiss, also so viel wie 6,6 kg Weizen.

Höchst bemerkenswerth erscheinen die Verbesserungen der Mehlfabrikationen nach dem Uhlhorn'schen Dekortikationsverfahren, welches die äussersten verholzten Getreidehüllen, die reizend auf den Darm wirken entfernt und damit eine höchst wesentliche Verbesserung der Appetitlichkeit und Ausnutzbarkeit des Brotes aus ganzem Korn bedingt.

Die zeitweise besonders hohen Preise des Weizens und Roggens gaben Veranlassung, durch Surrogate eine billigere Volksernährung zu

bewerkstelligen, und zwar durch Zusatz von Gerste, Mais, Hafermehl, Leguminosen u. s. w. Der Nachtheil solcher Brote ist ein allzu rasches Austrocknen. Was das Maisbrot anbetrifft, so steht seiner Einführung als Volksnahrungsmittel nichts im Wege. Sein Eiweissgehalt (9 bis $9\frac{1}{2}$ %) ist zwar etwas geringer als der des Weizenmehles, aber sein Fettgehalt (4 %) ist höher. Brot aus $\frac{1}{3}$ Mais und $\frac{2}{3}$ Roggen gebacken, hat einen etwas vermehrten Fettgehalt, während der Eiweissgehalt etwas sinkt.

Mit Rücksicht auf die damals herrschenden ungünstigen Verhältnisse des europäischen Getreidemarktes und der stets fortschreitenden Zunahme der Bevölkerung sind von Sell im Auftrage der zuständigen Behörden Versuche über die Herstellung und den Nährwerth von Brot unter theilweiser Benutzung fremder Getreidesorten angestellt worden. Dargestellt wurden unter anderem Mischbrote von Roggen und Mais, Weizen-, Roggen- und Maismehl (sogen. Caprivibrot), von denen sich das letztere durch grosse Schmackhaftigkeit auszeichnete. Der Zusatz von Kartoffelstärke, Kartoffeln und Magermilch wurde ebenfalls in Erwägung gezogen (S. 377) und sind die hierbei erzielten Resultate meist günstige zu nennen. Durch Zusetzen von Kartoffelstärke zum Brot wird dasselbe allerdings in Folge der Fähigkeit des Kartoffelmehles, viel Wasser aufzunehmen, sehr wasserreich und der Nährwerth des Brotes mithin reduzirt; aber bei Verwendung von gekochten Kartoffeln, von denen ca. 40 % dem Brote zugesetzt werden, fällt dieser Uebelstand fort, und die so erhaltenen Brotproben erwarben sich ungetheilte Anerkennung durch ihre Lockerheit und ihren Wohlgeschmack. Ein brauchbares Dauerbrot lässt sich herstellen aus 2 kg Roggenmehl mit 60 % Kleienauszug, 500 g Aleuronat, 20 g Salz, 25 g Zucker, 15 g Kümmel und 5 g Koriandersamen. In Folge seines Gehaltes an Aleuronat weist das Brot einen 5 % grösseren Eiweissgehalt auf als Fleisch; das ziemlich harte Gebäck ist von gutem Geschmack. Weniger günstig scheinen sich die Verhältnisse beim Beimischen von Erdnussmehl zum Brot zu gestalten. Eine so gewonnene Probe war von brauner Farbe und von ranzigem, kratzendem Geschmacke.

Literatur. Bibra, Die Getreidearten und das Brot (Nürnberg 1860); Birnbaum, Das Brotbacken (Braunschweig 1878); Uffelmann, Das Brot und dessen diätischer Werth (Hamburg 1884); Uhland, Die Brotbäckerei (Jena 1895).

Stärkezucker und Stärkesyrup.

Vorkommen. Der charakteristische Bestandtheil des Stärkezuckers, der Traubenzucker (Glykose, Dextrose) findet sich im Pflanzen- und Thierreich weit verbreitet; namentlich Obst enthält viel davon, z. B.:

Aepfel	7,3 bis 8,4 %	Pfirsiche	1,6 %
Birnen	7.4 „ 10.8	Saure Kirschen . . .	8.8
Erdbeeren	5.7	Süsse Kirschen . . .	10.8
Johannisbeeren . .	6.1	Weintrauben	14.9

Geschichtliches. Die grundlegende Reaktion für die Fabrikation des Zuckers ist 1811 von Kirchhoff (Petersburg) entdeckt worden: beim Kochen mit schwefelsäurehaltigem Wasser geht Stärke in Traubenzucker über. Da diese Entdeckung in die Zeit der Kontinentalsperre fiel und man den entstandenen Zucker für identisch mit Rohrzucker hielt, so wurden überschwengliche Hoffnungen hieran geknüpft, die sich jedoch um so trügerischer erwiesen, als man im Rübenzucker ein dem Kolonialzucker ebenbürtiges Produkt erkannte, dessen Fabrikation zu höchster Vollendung ausgebildet wurde. Wenn dennoch die Fabrikation des Stärkezuckers sich einbürgerte, so lag dies daran, dass man einen Ersatz des Kolonialsyrups in dem Syrup des Rübenzuckers, der Melasse, nicht fand, da diese in Folge ihres Gehaltes an Nichtzucker und Salzen einen unangenehmen Geschmack zeigte.

Wurde man so zur Stärkesyrupbereitung geführt, so empfahl sich andererseits auch die Darstellung des festen Stärkezuckers, da dieser einen guten Ersatz für den in Trauben und Früchten enthaltenen Traubenzucker bietet und sich daher im Grossen zum Versüssen des Traubensaftes bei der Weinbereitung (Gallisiren und Petiotisiren) verwenden liess.

Beim Kochen der Stärke mit verdünnter Schwefelsäure geht dieselbe zunächst in lösliche Stärke, dann in Dextrin und Maltose sowie schliesslich in Dextrose über, unter Bildung einer Anzahl Nebenprodukte. Wie aus der oben (S. 368) gegebenen Tabelle ersichtlich, lässt sich der Prozess durch die Jodreaktion und das Verhalten zu absolutem Alkohol verfolgen; jedoch ist die Dextrosebildung noch nicht beendet, wenn Alkohol keinen Niederschlag mehr hervorruft, da viel Dextrose anscheinend die Fällung des Dextrins hindert. Das Kochen muss stets sehr lange fortgesetzt werden, da sonst die Masse, in Folge des Gehaltes an Dextrin, Maltose etc. nicht erstarrt. In diesem Fall erhält man dann Stärkesyrup.

Obwohl theoretisch ein bestimmter Antheil Schwefelsäure beliebige Mengen Stärke verzuckern sollte, da sie chemisch nicht eingreift, sondern nur Wasser überträgt, so wird sie thatsächlich doch im Laufe des Prozesses neutralisirt und muss erneuert werden. Verzuckert man die Stärke mit Malzauszug (Diastase), so kann man nur einen Syrup, nicht festen Zucker erhalten; derselbe enthält nicht Dextrose, sondern Maltose, im günstigsten Fall 80 % (vergl. S. 368).

Die Darstellung von festem Stärkezucker zerfällt in die Einzeloperationen:

1. das Verzuckern durch Kochen der Stärke mit Säure,
2. das Neutralisiren und Trennen der Zuckerlösung vom Schlamm,
3. das Eindampfen und Reinigen der Zuckerlösung,
4. das Raffiniren des Rohproduktes.

1. Bei der Umwandlung der Stärke in Zucker spielt die Konzentration der Stärkemilch und der Säurelösung die wichtigste Rolle. Nach Soxhlet's Versuchen erreicht man bei Anwendung von 4,5 Thln. 0,5 %iger Schwefelsäure auf 1 Thl. Stärke eine Maximalausbeute von 90 % Dextrose, wenn man 4,5 Stunden bei 1 Atm. Ueberdruck (d. h. bei 121° im geschlossenen Gefäss) kocht. Sowohl längeres Kochen als Anwendung konzentrirterer Säure vergrössert die Ausbeute nicht. Verwendet man dagegen die doppelte Menge derselben Säure, so steigt die Ausbeute auf 96 %; dieselbe ist also wesentlich von der Menge stark verdünnter Säure abhängig, die auf 1 Thl. Stärke reagirt. Aehnliche Vorschriften sind auch von anderer Seite gegeben worden, trotzdem wird in der Praxis mit viel konzentrirteren Lösungen, etwa 1,5 bis 2,5 Thln. 1- bis 2%iger Säure auf 1 Thl. trockene, also etwa 1,5 Thle. grüne Stärke, und bei gewöhnlichem Luftdruck gearbeitet und in Folge dessen eine Maximalausbeute von nur 70 bis 80 % Dextrose erzielt, selbst wenn man 6 bis 8 Stunden kocht.

Den Kochprozess nimmt man in der alten, unrationellen Weise in hölzernen Fässern vor, in denen man die verdünnte Säure durch Dampf zum Kochen bringt, worauf man aus einem höher stehenden Gefäss die Stärkemilch zulässt, welche in diesem durch ein Rührwerk bereitet ist. Das Kochgefäss ist gut bedeckt und mit einem Abzug versehen, um die entstehenden, höchst widerlich riechenden Produkte [1]) fortzuführen; die Flüssigkeit soll fortwährend im Kochen bleiben; das verdampfte Wasser muss ersetzt werden.

Von Zeit zu Zeit wird der Prozess mit Jod, dann, wenn Jod keine Färbung mehr hervorruft, mit Alkohol verfolgt. Erfolgt mit letzterem keine Fällung mehr, sind also grössere Mengen (nicht sämmtliches) Dextrin in Zucker umgewandelt, so wird noch etwa ½ Stunde gekocht und die Flüssigkeit in den Neutralisationsbottich abgelassen.

Nach Krötke soll man der Schwefelsäure noch Salpetersäure zusetzen, die allerdings schneller wirkt, aber beim Neutralisiren schwierig zu entfernen ist.

Rationeller als nach dem oben geschilderten Verfahren arbeitet man unter Druck. Die von T. A. Hoffmann eingeführten hölzernen, geschlossenen Bottiche haben sich nicht bewährt, da sie leicht durch den Ueberdruck zersprengt werden. Wesentlich besser ist der von Manbré empfohlene Hochdruckkessel (Abbildung und Beschreibung s. v. Wagner l. c. 544) aus starkem Eisenblech für einen Druck von 6 Atm. konstruirt; innen ist er mit Blei ausgeschlagen und enthält eine durchlöcherte Dampfzuleitungsröhre; aussen ist er mit einer isolirenden Hülle versehen.

---

[1]) Der Geruch scheint sich nur bei Kartoffelstärke zu entwickeln. Er bildet eine sehr unangenehme Belästigung für die Nachbarschaft der Fabriken. Beim Kochen in geschlossenen Gefässen lassen sich diese Riechstoffe kondensiren resp. verbrennen (vergl. Birnbaum S. 214).

Zum Betrieb verdünnt man 28 kg Schwefelsäure von 60° Bé. mit 2800 kg Wasser. Während diese Mischung im Kessel auf 100° erhitzt wird, verdünnt man in einem offenen, mit Rührwerk versehenen Holzgefäss weitere 28 kg Schwefelsäure wieder mit 2800 kg Wasser und erhitzt dieses Gemenge mittelst Dampf auf 30°. Alsdann bringt man in letztere Flüssigkeit 1120 kg Stärke, rührt wohl um und erhitzt unter fortwährendem Umrühren auf 38°. Die so erhaltene Stärkemilch bringt man nach und nach in den die kochende verdünnte Schwefelsäure enthaltenden Kessel und erhält dabei die Mischung auf 100°. Ist alle Stärke im Kessel, so lässt man Dampf einströmen, bis eine Temperatur von 160° und ein Druck von 6 Atm. erreicht ist. Hierauf werden die Hähne für den abzuleitenden Dampf und die Destillationsprodukte geöffnet und die Temperatur der Flüssigkeit durch einströmenden Dampf auf 160° erhalten. Es findet hierbei eine nahezu gänzliche Umwandlung des Dextrins in Zucker, sowie die Verflüchtigung der sich bildenden Oele statt. Man setzt die Erhitzung auf 160° so lange fort, bis herausgenommene Proben die zum grössten Theil erfolgte Umwandlung des Stärkemehls resp. Dextrins in Zucker in der Flüssigkeit anzeigen, was je nach der Reinheit der angewandten Stärke meistens nach 2 bis 4 Stunden zu erfolgen pflegt.

Nach den Versuchen von **Allihn** und **Soxhlet** (s. o.) (Ind.-Bl. 1880. 349; 1884. 153) dürften sich bei diesem Verfahren auch unter Anwendung eines geringeren Druckes als 6 Atm. und weniger Schwefelsäure günstige Resultate erzielen lassen.

Ueber ähnliche Apparate s. **Colani** und **Krüger**, sowie **Riche** (D. **224**. 302; **238**. 488).

2. **Neutralisiren und Filtriren.** Zum Neutralisiren der in besondere Bottiche abgelassenen Flüssigkeit dient Calciumkarbonat, welches nicht dolomotisch (magnesiumhaltig) sein darf, da sonst Bittersalz in den Zucker als Verunreinigung gelangen würde. Das Karbonat muss vorsichtig (wegen der ein Schäumen bewirkenden Kohlensäure) in Portionen eingetragen werden; man wendet den Kalkstein oder die Kreide am besten zerrieben und mit Wasser zu Milch angerührt an, um gleichmässige Vertheilung zu erzielen. Durch Lackmuspapier stellt man das Ende der Reaktion fest, worauf man die Masse sich 24 Stunden klären lässt und dann die klare Flüssigkeit abzieht.

Der am Boden befindliche Schlamm wird am rationellsten in Filterpressen (s. S. 38, ferner bei der Rübenzuckerfabrikation) vom Zuckersaft befreit; früher dienten hierzu Filtrirfässer, Säcke und Beutel, wie sie in kleineren Betrieben zuweilen noch heute verwendet werden.

3. **Eindampfen und Reinigen der Zuckerlösung.** Bei der Konzentration der Zuckerlösung hat man gleichzeitig auf die Entfernung des gebildeten Gypses und des durch die Schwefelsäure hervorgerufenen gelben bis braunen Farbtones Rücksicht zu nehmen. Gewöhnlich verdampft man in zwei Stadien: erst bis zum SG. 1,15 bis 1,25 (37 bis 57° des Saccharimeters), worauf man den Gyps auskrystallisiren lässt und die Lösung durch Filtriren über Knochenkohle entfärbt; dann verdampft man bis zum SG. 1,37 bis 1,44 (75 bis 86° des Saccharimeters, bei 60 bis 70° heiss gewogen), wonach die Lösung beim Erkalten erstarrt.

Das erste Eindampfen findet in den meisten Fabriken in offenen, flachen Gefässen statt, die am Boden ein Schlangenrohr enthalten, in welchem Dampf von 121 bis 128° zirkulirt. Den Uebelstand, dass die Wandungen der Röhre bald von Gyps umkleidet werden, welcher nur schwierig zu entfernen ist, hat Pecqueur in seiner Pfanne mit beweglichem Heizkörper vermieden; hier kann das ganze Röhrensystem gehoben und dadurch leicht gereinigt werden.

Noch empfehlenswerther ist das Eindampfen in den Ueberrieselungsapparaten, in welchen die Zuckerlösung in dünner Schicht von oben nach unten über eine Reihe horizontaler, über einander liegender Röhren von ca. 1,5 m Länge und 0,1 m Weite fliesst, die unter einander verbunden sind und von Dampf durchströmt werden. Das Röhrensystem ist von einem Holzmantel umkleidet, in den unten trockene Luft einströmt, während oben die Wasserdämpfe abgeleitet werden.

Ein eigenartiger, sehr wirksamer Verdampfungsapparat ist E. Theisen, Leipzig-Lindenau (vergl. Muspratt) patentirt worden.

Der entsprechend eingedickte Saft muss, bevor er durch Kohle entfärbt wird, noch von seinem Gypsgehalt, der ihn trübe macht, befreit werden. Wenig empfiehlt es sich, ihn durch Stehenlassen zur Klärung zu bringen, da er dann vor dem Filtriren nochmals zu erwärmen wäre; man filtrirt daher die heisse Lösung erst durch eine Filterpresse oder gibt sie direkt auf Knochenkohlefilter, die mit einer Schicht von grobem Flusssand bedeckt sind, damit nicht die Kohle durch den Gyps verunreinigt wird. Die Kohlefilter sind entweder mit Knochenkohle gefüllte Kufen oder von gleicher Einrichtung, wie sie bei der Rübenzuckerindustrie.

Eine Regeneration der Kohle nimmt man meistens nicht vor, da einerseits nicht viel Kohle verwendet wird und ferner beim Glühen sich alkalische Verbindungen bilden, die den Syrup färben würden.

Früher wurde eine unvollkommene Entfärbung dadurch erzielt, dass man beim Neutralisiren oder ersten Einkochen gepulverte Kohle zusetzte. Man entfernte diese dann neben den ausgeschiedenen Gypskryställchen durch Zusatz von ca. 2 Vol.-% Blut, das in der Hitze koagulirte und die in der Flüssigkeit suspendirten Theilchen umschloss; man schöpfte den Schaum ab und filtrirte durch ein Tuch. Auch schweflige Säure ist zum Entfärben benutzt worden.

Kunheim beseitigt die durch die Gypsausscheidungen bedingten Uebelstände dadurch, dass die neutrale, von Schlamm befreite Zuckerlösung mit überschüssigem Baryumoxalat (oder -phosphat) einkocht und dann filtrirt, wodurch sämmtlicher Gyps in einem Prozess beseitigt wird. In der Praxis soll sich das Verfahren nicht bewährt haben (vergl. Markl's Angaben in v. Wagner's Handbuch 518).

Zum Fertigkochen des Syrups benutzt man geschlossene Vakuumapparate, in denen ein Druck von 0,2 bis 0,3 Atm. herrscht; in diesem luftverdünnten Raum kann das Eindampfen schon bei einer Temperatur von ca. 75° erfolgen, die beispielsweise durch den Abdampf der Dampfmaschine hergestellt wird. Die Einrichtung solcher Verdampfapparate ist bei der Rübenzuckerfabrikation beschrieben.

Wenn die Dichte der Zuckerlösung auf 1,37 bis 1,44 gestiegen ist, lässt man den Syrup in grosse, eiserne Kühlpfannen fliessen, wo

derselbe allmählich erstarrt. Durch Hineinwerfen eines Stückes Dextrose beschleunigt man die Krystallisation und sorgt durch ständiges Rühren, dass man eine homogene Masse erhält. Die breiige Masse lässt man hierauf in kleinen Gefässen völlig erstarren und bringt sie als Kistenzucker (von 25 bis 50 kg) in den Handel. Raspelzucker giesst man in kleinere Blöcke von 10 bis 25 kg und zerkleinert dieselben mit einer Raspelmaschine.

4. Raffination. In dem erhaltenen Rohzucker ist der Traubenzucker durch Wasser, Dextrin und andere Umwandlungsprodukte der Stärke verunreinigt. Nach Virneisel zeigt er folgende mittlere Zusammensetzung:

Traubenzucker . . .	68 %
Dextrin	12
Wasser	20
Asche	0,2

Nach Anthon lässt man den Krystallbrei nicht völlig erstarren und entfernt den Syrup durch hydraulische Pressen. Der zerkleinerte, wesentlich aus Traubenzucker bestehende Presskuchen wird bei 75 bis 80° geschmolzen, in befeuchteten Formen zum Erstarren gebracht und dann getrocknet. Ueber seine Formel $2C_6H_{12}O_6 + H_2O$ vergl. Soxhlet (J. pr. [2]. 21. 250).

Der erhaltene Zucker ist noch nicht völlig vom Syrup befreit, welcher sich auch nicht durch Centrifugiren von den kleinen, staubfeinen Zuckerkrystallen trennen lässt. Man bemühte sich daher, grössere Krystalle zu erzielen und den Syrup in Lösung zu bringen. Soxhlet (D.R.P. Nr. 17465; 17520; vergl. Ch. Z. 1882. 470, 309; Ind.-Bl. 1884. 154) verdampft die Zuckerlösung so weit, dass eine Probe kaum noch knetbar ist; dann mischt er den warmen Syrup mit etwa 10 bis 25 Thln. siedendem Methylalkohol und lässt bei 30 bis 40° krystallisiren. Der körnig erhaltene Zucker wird durch Pressen oder Centrifugiren und Auswaschen gereinigt; er stellt wesentlich Dextroseanhydrid $C_6H_{12}O_6$ dar.

Um den porösen Zucker dicht und fest zu machen resp. die Lücken zwischen den einzelnen Krystallen zu füllen, sättigt Soxhlet (D.R.P. Nr. 17465) die erstarrte, abgesaugte und poröse Masse mit einem Gemisch von 80 bis 100 Thln. Methylalkohol und 100 Thln. konzentrirtem Syrup, lässt krystallisiren, saugt dann ab und wäscht mit reinem Methylalkohol, der aus den erhaltenen Broten durch Erwärmen im Vakuum entfernt wird. Der Gesammtverlust an Alkohol soll nur ca. 2 % betragen.

Festen, durchscheinenden Stärkezucker in Krystallen von normaler Zusammensetzung (Dextrosehydrat $C_6H_{12}O_6 + H_2O$) erhält Soxhlet ferner, wenn der Syrup auf 46° Bé. (bei 90° gewogen) eingedampft und bei 35 bis 50° zum ganz langsamen Krystallisiren gebracht wird; bei niederer Temperatur bilden sich Warzen[1]) (D.R.P. Nr. 17520). Der erhaltene Krystallbrei lässt sich wie die Melisfüllmasse in der Rübenzuckerfabrikation verarbeiten.

---

[1]) Das Handelsprodukt reinigt Soxhlet nach demselben Patent, indem er mit 70 bis 80 % Weingeist oder Holzgeist schmilzt, krystallisiren lässt und dann absaugt etc.

Der zur Krystallisation gebrachte Syrup muss möglichst rein sein, d. h. durch Einwirkung viel verdünnter Säure auf Stärke unter Druck erhalten sein. Ganz allgemein läuft der Prozess in neuerer Zeit darauf hinaus, von Anfang an ein reines Produkt zu fabriziren, anstatt ein unreines schliesslich zu raffiniren.

Praktisch erprobt als geeignetes Verfahren zur Darstellung eines reinen Stärkezuckers ist dasjenige von Cords und Virneisel (D.R.P. Nr. 21749 von 1882), die mit einer Stärkezuckerlösung arbeiten, welche nur 5 % Nichtdextrose enthält. Nachdem der Syrup bei gewöhnlicher Temperatur zu einem Brei krystallisirt ist, mischt man ihn in einer Maischmaschine (vergl. bei der Rübenzuckerfabrikation) mit farblosem Dünnsaft von 20°, saugt in Nutschapparaten ab und wiederholt den Prozess 2- bis 3mal, worauf der reine Krystallzucker im Luftstrom getrocknet wird. Nach v. Lippmann liefert das Verfahren, im Gegensatz zu den üblichen seifigen Handelspräparaten mit 68 %, ein körnig-krystallinisches I. Produkt mit 95 % Zucker, aus dessen Syrup ein II. Produkt mit 94 % erhalten wird. Der Zucker ist Dextroseanhydrid und lässt sich daher bei 100 bis 110° völlig trocknen.

Eine Raffination des erhaltenen Rohzuckers durch Filtration über Kohle und Eindampfen zeigte zum ersten Mal, dass sich der Traubenzucker (wie der Rübenzucker) im Vakuum auf Korn versieden lässt und schöne gleichmässige Krystalle ergibt. Demnach ist nach v. Lippmann die technische Herstellung von reinem, krystallisirtem Traubenzucker als im Prinzip gelöst zu betrachten.

Neuere Untersuchungen der Dextrosenachprodukte, die nach obigem Verfahren erhalten sind, ergaben einen Zuckergehalt von 92 % im Mittel aus der Polarisationsbestimmung und derjenigen mit Fehling'scher Lösung (neben 5 % Wasser und 3 % Nichtzucker; also ist der Reinheitsquotient, d. h. der prozentische Zuckergehalt der Trockensubstanz 96,8). Die Vergährungsprobe zeigte einen Zuckergehalt von 93 % an, woraus folgt, dass auch ein Theil des Nichtzuckers vergährbar ist. Die im gewöhnlichen Handelsstärkezucker vorhandenen, stark drehenden Dextrine fehlten. Das Aussehen des Nachproduktes glich demjenigen von Kandiskrusten.

Während der erwähnte Cords-Virneisel'sche Prozess reine Stärke zum Ausgangsprodukt nimmt, sollen nach einem anderen Verfahren derselben Erfinder Kartoffeln direkt verwendet werden. Eine solche Verarbeitung des Rohmaterials liefert indessen ein qualitativ minderwerthiges Präparat, und man hat sie daher fallen lassen.

Auch Bondonneau und Forêt (D.R.P. Nr. 42519) wollen Kartoffelscheiben, Körner von Mais etc. direkt, ohne die Stärke erst abzuscheiden, in geschlossenen Gefässen mit verdünnter Säure verzuckern und den Zucker durch Diffusion aus den Zellen gewinnen. Ueber praktische Erfolge des Verfahrens verlautet nichts.

Aus Mais wird Stärkezucker folgendermassen (Wagner's Handbuch d. Techn. 1893, S. 849) bereitet. Der durch Walzen gebrochene Mais wird in einem Troge mit Wasser verrührt und von den schwimmenden Keimen befreit, dann in Bottichen 24 Stunden mit 2- bis 3mal zu erneuerndem Wasser aufgequollen. Die Quellbottiche haben doppelten Boden und unter dem obersten eine Bleischlange zum Einleiten von Schwefliger Säure. Für 1800 kg Mais sind drei über einander ange-

ordnete Bottiche von je 20 hl Inhalt erforderlich, die innerhalb 24 Stunden mit je 600 kg gefüllt werden. Für die genannte Menge Mais verwendet man die Schweflige Säure von 12 bis 15 kg Schwefel, bei grösserer Fabrikation weniger. Das Quellgut wird nach der Quellung zur Entfernung der überschüssigen Schwefligen Säure mit reinem Wasser gewaschen und in einen liegenden eisernen Cylinder mit Rührwerk und 12 bis 14 Dampfzuströmungen am Boden gebracht. Mit diesem steht eine Centrifugalpumpe in Verbindung, welche die Masse unten absaugt und oben wieder in den Cylinder einführt. In den Kochapparat bringt man den Brei von 600 kg Mais und 8 hl Wasser und rührt 14 Minuten gut durch; dann erhöht man den Dampfdruck auf 3 Atm., mischt tüchtig durch und erhält diesen Druck 2½ Stunden. Die Stärke ist dann in lösliche Stärke übergegangen, in deren Lösung die Fasertheile schwimmen. Zur Weiterbehandlung gelangt die Masse in den ersten Verzuckerungsapparat, der wie ein Henze-Dämpfer (s. Spiritus) konstruirt ist. Man füllt ihn mit ca. 400 kg Mais, fügt 6 kg Salzsäure hinzu, setzt weitere 200 kg Mais hinzu und dämpft langsam unter Steigerung des Druckes bis auf 2,5 Atm., bis alle Stärke in Dextrin verwandelt ist. Der Dextrinsaft wird mit Calciumkarbonat in hölzernen Quirlbottichen neutralisirt, dann heiss durch grobes Tuch in Filterpressen abgepresst und in Holzbottichen mit Schwefliger Säure gesättigt. Hierbei scheiden sich die Eiweissstoffe und andere stickstoffhaltige Bestandtheile braunflockig ab, ebenso nach schnellem Abkühlen auf einem Kühler die durch die Schweflige Säure freigemachten Fettsäuren. Nun wird filtrirt und ein klarer Saft von 5° Bé. von folgender Zusammensetzung erhalten: 7% Dextrin, 0,8% Dextrose, 2,2% nicht bestimmte Stoffe und 90% Wasser. Zur Verzuckerung des Dextrins wird dieser Saft mit 1% Salzsäure in einem gleichen Apparat wie oben 3 Stunden bei 2,5 bis 3 Atm. gekocht. Er wird dann neutralisirt, durch Knochenkohle filtrirt, auf 20° Bé. im Apparat mit sogen. Tripeleffekt konzentrirt (s. beim Rübenzucker), wieder durch Knochenkohle filtrirt und im Vakuum auf 42° Bé. eingedickt. Die verschiedenen Säfte sollen folgende Zusammensetzung haben:

	5°	20°	42° Bé.
Traubenzucker . . .	9,00	33,50	83,00
Dextrin	1,00	1,03	3,05
Asche	0,50	1,20	3,25
Organische Substanz .	1,50	0,70	1,21
Wasser	88,00	63,57	9,49

100 kg Mais mit einem Gehalt von 65% Stärke sollen 60 kg festen Zucker geben.

Darstellung von Stärkezuckersyrup.

a) Darstellung mit Säure. Die Fabrikation des Syrups stimmt im Wesentlichen mit der des festen Zuckers überein. Das Hauptgewicht ist darauf zu legen, dass eine hinreichende Menge dextrinartiger Produkte das Auskrystallisiren des Zuckers hindert und dass der Gyps völlig entfernt ist; diese beide Faktoren bedingen, dass der Syrup dauernd klar bleibt.

Man verwendet gewöhnlich 2 bis 3% Schwefelsäure und 300%

Wasser und kocht nur so lange, bis mit Jod keine Blaufärbung mehr eintritt. Soll ein farbloses Produkt erzeugt werden, so muss schon das erste Verdampfen im Vakuum erfolgen und möglichst kurze Zeit erhitzt werden.

Zu den dickflüssigen Sorten gehört der Kapillair-Syrup, der sich zu dünnen Fäden ausziehen lässt, und der Sirop impondérable, in welchen das Aräometer nicht einsinkt. In den Handel kommen aber auch dünnflüssige Sorten von 30 bis 36° Bé.

Besondere Bedeutung hat der aus Mais bereitete helle und angenehm süss schmeckende Syrup gewonnen, der zumal in Amerika in grösster Menge fabrizirt wird (vergl. oben Maisstärke).

Als Oenoglykose kommt in Frankreich der eingedampfte Traubensaft (?) zum Versüssen von Weinen in den Handel.

b) Darstellung mit Malz. Wie oben angegeben, liefert das Ferment des Malzes, die Diastase, bei der Umwandlung der Stärke neben Dextrin nicht Dextrose, sondern Maltose, und zwar bilden sich bei Temperaturen bis 60° etwa 81% der letzteren; bei höherer Temperatur nimmt die Ausbeute erheblich ab und über 75° erlischt die Wirkung der Diastase; am zweckmässigsten arbeitet man bei 45 bis 55°. Die Lösung soll schwach sauer sein; ist sie alkalisch oder stark sauer, so wirkt die Diastase überhaupt nicht.

Man erwärmt die Stärke zunächst mit 350 bis 400% Wasser und etwa 1 bis 3% Malz, das rationeller als Grünmalz statt als Darrmalz verwendet wird, bis zur Verkleisterung und vermeidet hierbei eine Erwärmung über 70°, dann kühlt man auf etwa 55° ab und setzt noch 4 bis 7% Grünmalz hinzu; unter ständigem Rühren wird die Temperatur auf 55° erhalten. Wenn die Jodreaktion zeigt, dass nur noch Maltose und Achroodextrin vorhanden ist, wird zum Sieden erhitzt und von dem ausgeschiedenen Eiweiss etc. filtrirt. Die zurückbleibenden Trestern werden ausgewaschen und als Viehfutter verwendet.

Die Zuckerlösung, die Maische, wird möglichst bald, wie oben angegeben, konzentrirt, da sie in der Wärme leicht in Milchsäuregährung übergeht, und wird als Malzsyrup, Malzzucker oder Malzextrakt in den Handel gebracht (vergl. die Verfahren von Dubrunfaut, Leplay & Cuisinier: E. P. 1048 von 1881; D.R.P. Nr. 19125; s. auch Ch. Z. Rep. **1887**. 44, 223).

Auch Kartoffeln und sogar Pülpe sind auf Zucker verarbeitet worden, allerdings nicht mit gutem Erfolg.

Feste Maltose wird durch Krystallisation aus dem Maltosesyrup erhalten.

Im Kleinen erhält man das Präparat nach Soxhlet (W. J. 1888. 921) folgendermassen:

2 kg Kartoffelstärke werden mit 9 l Wasser im Wasserbade verkleistert; nachdem der Kleister auf 60 bis 65° abgekühlt ist, rührt man den bei 40° bereiteten Aufguss von 120 bis 140 g lufttrockenem Malz in den Kleister ein und erhält eine Stunde auf der angegebenen Temperatur; hierauf erhöht man letztere bis zum Kochen, filtrirt heiss und dampft in flachen Schalen zur Syrupdicke ab. Diesen Syrup kocht man postenweise mehrere Male mit 90%igem Alkohol aus. Nachdem man eine Portion 1- bis 2mal mit 90%igem Alkohol ausgekocht hat, laugt man dieselbe mit absolutem Alkohol aus, um eine kleine Probe

eines reinen und schnell krystallisirenden Auszuges zu bekommen. Der mit absolutem Alkohol erhaltene Auszug wird zur dünnen Syrupdicke eingedampft und in dünner Schicht der Krystrallisation überlassen. Der Syrup krystallisirt gewöhnlich nach einigen Tagen. Die so erhaltene braune Krystallmasse dient dazu, um die später zu erhaltenden Syrupe zum Erstarren zu bringen. Die mit 90%igem Alkohol bewerkstelligten Auszüge werden, nachdem der Alkohol zum grossen Theile abdestillirt ist, zum dicken Syrup verdampft und in diesen wird nach dem Erkalten eine geringe Menge bereits krystallisirter Maltose eingeführt. Nach 3 bis 5 Tagen ist der dunkelbraune Syrup zu einer steifen Krystallmasse erstarrt. Die Beseitigung des den Krystallen anhaftenden braunen Syrups gelingt nicht durch Abpressen, wohl aber durch Waschen mit Methylalkohol. In Methylalkohol löst sich der noch nicht krystallisirte Syrup in jedem Verhältniss, ebenso reine Maltose in Syrupform; krystallisirte Maltose hingegen ist in Methylalkohol sehr schwer löslich.

Zuckercouleur.

Die Zuckercouleur oder Zuckertinktur ist eine konzentrirte wässerige Lösung von gebranntem Zucker, Karamel, die zum Färben von Liqueuren, Rum, Bier, Wein, Essig etc. verwendet wird.

Zur Darstellung schmilzt man den Syrup oder den Stärkezucker in eisernen Kesseln mit Rührwerk, vielfach unter Zusatz von Aetznatron oder etwa 3% Soda; die scharfen Dämpfe, die sich entwickeln, werden in einen Abzug geleitet. Je höher die Temperatur ist, bis zu welcher man erhitzt hat, desto grösser ist die Löslichkeit des Produkts in Weingeist; über 200° soll man indessen nicht gehen.

Ist der Schmelzprozess beendet, so setzt man etwa 50% heisses Wasser zu und filtrirt durch Kohle. Ueber die Einzelheiten der Fabrikation vergl. Assmuss (D. **181**. 334), Krötke (D. **204**. 21), Anthon (Kohlrausch's Landw. Ztschr. **13**. 691; **14**. 344).

Als Kaffeesurrogat kommt die Zuckercouleur auch in fester Form als Brocken oder Pulver in den Handel und wird gewonnen, indem man den geschmolzenen Zucker auf eiserne Platten ausgiesst.

Eigenschaften. Der reine Traubenzucker, die Dextrose (nicht das Handelsprodukt), welchen man aus Rohrzucker herstellen kann (Soxhlet, Fr. **1881**. 429), krystallisirt aus Wasser in hemisphärischen Warzen oder blumenkohlartigen Massen von der Formel $C_6H_{12}O_6 + H_2O$, er schmilzt bei 82 bis 86° unter Abgabe von Krystallwasser, welches er bei 110° völlig verliert und verwandelt sich über 150° in Karamel. Das Anhydrid, welches aus der alkoholischen Lösung krystallisirt (s. oben Soxhlet'sches Verfahren), schmilzt bei 144 bis 146°.

Die süssende Kraft des Traubenzuckers verhält sich zu der des Rohrzuckers wie 1 : 2,5. In Wasser löst sich das Hydrat nahezu im Verhältniss 1 : 1 auf; absoluter Alkohol löst es fast gar nicht. Eine frisch bereitete Dextroselösung zeigt die Drehung $\alpha_D = 105$; dagegen ist die Drehung (für 5- bis 10%ige Lösung), wenn man mehrere Stunden hat stehen lassen oder einmal aufgekocht hat, $\alpha_D = 52,6$.

Salpetersäure oxydirt den Traubenzucker zu Zuckersäure. Mit Chlornatrium bildet Traubenzucker eine krystallisirende Verbindung.

Ihrer chemischen Konstitution als Aldehydalkohol $CH_2.OH(CH.OH)_4.COH = C_6H_{12}O_6$ entsprechend, bildet die Dextrose mit essigsaurem Phenylhydrazin ein Kondensationsprodukt: Glykosazon $C_6H_{12}O_6 + 2C_6H_8N_2 = C_{18}H_{22}N_4O_4 + 2H_2O$, das sich von dem entsprechenden Maltosazon und Isomaltosazon durch schwerere Löslichkeit in warmem Wasser und Alkohol unterscheidet.

Der im Handel vorkommende Stärkezucker ist keine reine Dextrose.

Während die bessern Sorten nur 5% dextrinartigen Nichtzucker enthalten, sind andere an grauen, schmierigen Bestandtheilen reich, aus denen mit der Zeit unter Schimmelbildung unangenehm riechende Zersetzungsprodukte entstehen.

Nach J. König ergab die Analyse von 44 Stärkezuckersorten Folgendes:

	Maximum	Minimum	Mittel
Dextrose	77,8	38,3	64,3
Wasser	27,5	6,0	17,0
Unvergährbares	43,8	5,1	18,0
Asche	2,2	0,2	0,7

Die Asche enthält wesentlich Gyps; nur wenn Knochenkohle mit den noch schwach sauren Säften in Berührung kommt, finden sich auch Phosphate in ihr vor.

Die Zusammensetzung des Cords-Virneisel'schen Zuckers ist oben angegeben.

Die Zusammensetzung der anderen angeführten Stärkepräparate zeigt folgende Uebersicht:

Stärkesyrup (Ergebniss von 15 Analysen).

	Maximum	Minimum	Mittel
Dextrose	48,3	30,1	41,7
Wasser	22,4	16,5	19,6
Unvergährbares	53,0	31,7	38,4
Asche	—	—	0,4

W. E. Stone und Clinton Dickson (J. anal. appl. Ch. 7. 313; Ch. Z. Rep. 1893. 252) fanden in 11 Proben Stärkesyrup von verschiedener Herkunft.

	Spez. Gewicht	Wasser %	Asche %	SO_3 %	Reduktionsvermögen	Reduktionsvermögen nach der Inversion	Spezif. Rotation	Spezif. Rotation nach der Inversion	Spezif. Rotation nach der Gährung
1.	1,417	20,8	0,72	0,022	39,06	40,99	98,81	91,30	10,90
2.	1,364	23,3	0,96	0,017	40,49	42,73	91,10	82,49	11,22
3	1,389	26,0	1,12	0,030	39,68	46,29	79,76	74,39	10,21
4.	1,390	23,2	0,84	0,025	36,76	59,52	85,23	72,78	10,61
5.	1,434	20,6	1,18	0,016	36,17	42,01	99,37	92,21	13,36
6.	1,403	21,4	0,88	0,019	30,39	33,62	97,88	86,36	10,47
7.	1,389	24,4	1,13	0,023	41,74	44,87	85,21	78,34	9,00
8.	1,409	24,8	1,21	0,023	29,04	42,68	92,08	87,98	11,53
9.	1,404	23,6	0,69	0,024	37,45	40,00	98,46	93,67	12,99
10.	1,401	23,3	0,94	0,023	38,31	46,73	85,86	76,13	10,99
11.	1,405	23,7	0,90	0,016	42,91	43,86	91,33	89,13	13,03
	1,401	23,2	0,96	0,021	37,46	43,93	91,37	84,07	11,30

Maltoseprodukte der Maltosefabrik Hal bei Brüssel (Ch. Z. Rep. 1885. 1211).

Syrup aus	Gehalt in Prozenten an		
	Maltose	Wasser	Dextrin
Stärke I	18,80	57,40	16,47
Stärke II	15,89	76,04	23,70
Gerste	30,60	42,66	16,47
Mais I	15,90	74,50	0,50
Mais II	17,75	63,60	14,0
Reis	17,00	79,00	0,50

Zuckercouleur (Matejeck, Ch. C. 1880. 809).

	I	II	III	IV
Wasser	30,40	27,54	28,70	26,40
Trockensubstanz	69,60	72,46	71,30	73,60
Asche als Natriumkarbonat berechnet .	1,27	4,14	2,30	3,75

Reine Maltose $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2$ krystallisirt aus Wasser oder Alkohol in Nadeln oder Blättern; das spezifische Drehungsvermögen α_D beträgt 137. Von Fehling'scher Lösung reduzirt sie um ein Drittel weniger als Dextrose; Cuproacetat (Barfoed's Reagens) wird von ihr nicht reduzirt. Das Verhalten des Osazons ist bei der Dextrose erwähnt. Mit Hefe vergährt sie leicht und vollständig.

Isomaltose $C_{12}H_{22}O_{11}$ findet sich im Stärkezucker, Bier, in der Würze etc. vor. Sie entsteht bei unvollkommener Reaktion der Diastase auf Stärke, sowie von konzentrirter Salzsäure auf Dextrose (E. Fischer, B. **23**. 3687; Scheibler und Mittelmeier, B. **24**. 301). Sie ist eine weisse, amorphe, hygroskopische Masse, die mit Hefe schwerer als Dextrose und Maltose vergährt.

Prüfung des Stärkezuckers. 1. Die Bestimmung der Trockensubstanz resp. des Wassers erfolgt im Allgemeinen auf indirektem Wege. Nach Anthon's (D. **151**. 213; **155**. 386) wie Neubauer's (W. J. **1875**. 807) Methode berechnet man sie aus dem spezifischen Gewicht. Arbeitet man mit einer 10%igen Lösung, so kann man aus Balling's Tabelle den Trockengehalt in 100 g Lösung ermitteln, vorausgesetzt, dass die dextrinartigen Verunreinigungen das spezifische Gewicht in demselben Mass wie der Zucker selbst beeinflussen, was aber nicht vollkommen zutrifft. Aus den gewonnenen Zahlen ist leicht der Gehalt an Trockensubstanz und Wasser zu bestimmen.

2. Um die Menge der Dextrose und der Dextrine zu ermitteln, könnte man erstere mit Fehling'scher Lösung reduziren, dann das Dextrin durch Kochen mit Salzsäure in Dextrose verwandeln und nochmals den Zuckergehalt feststellen; die Differenz würde den Gehalt an Dextrin ergeben. Die Methode ist jedoch umständlich und hat zahlreiche Fehlerquellen; man ersetzt sie daher in der Praxis durch die indirekte von Anthon, welche sich darauf stützt, dass das spezifische Gewicht einer bei 15° gesättigten reinen Dextroselösung 1,2060 ist und dass dieses um so grösser wird, je mehr Dextrin der Zucker enthält. Die Lösung, deren spezifisches Gewicht ermittelt wird, soll stets auf 100 g Trockensubstanz 75 g Wasser enthalten; ihr Trockengewicht muss daher in obiger Weise ermittelt werden.

Anthon's Tabelle ist folgende:

Spez. Gew. der bei 15° gesättigten Lösung	Fremde Substanzen %	Spez. Gew. der bei 15° gesättigten Lösung	Fremde Substanzen %	Spez. Gew. der bei 15° gesättigten Lösung	Fremde Substanzen %
1,2060	0	1.2404	18	1,2680	36
1,2125	3	1,2456	21	1.2725	39
1,2189	6	1,2506	24	1.2770	42
1,2247	9	1.2548	27	1.2815	45
1,2300	12	1.2587	30	—	—
1.2350	15	1.2633	33	—	—

Neubauer bestimmt die Dextrose durch den Verlust, der bei der Vergährung durch Hefe entsteht.

3. Die Asche ermittelt man durch Verbrennen von ca. 2 g Substanz.

Verwendung findet der Stärkezucker in der Bierbrauerei, Konditorei und für häusliche Zwecke (Kochzucker). In Folge seiner Unreinheit, insbesondere seines Gehaltes an Dextrinen, ist er zum Verbessern des Weines dem Rübenzucker unterlegen und fast völlig von diesem verdrängt. Nur in der Herstellung eines reinen Präparates liegt die Zukunft der Stärkezuckerfabrikation (Soxhlet, Ueber Reform und Zukunft der Stärkezuckerfabrikation; Ind. Bl. **1884**. 155).

Der Syrup dient als Honigsurrogat, in der Konditorei, zum Einsieden der Früchte etc.

Wirthschaftliches.

Die Rohstoffe.

1. Getreide und Mehl gelten als die bedeutsamsten Welthandelsgüter (Neumann-Spallart, Uebersichten der Weltwirthschaft. Jahrg. 1885 bis 1889.

Berlin). Wie der Handel mit ihnen in politischer und kultureller Richtung von grösster Wichtigkeit ist, ebenso spielt er in ökonomischer Beziehung in der Weltwirthschaft die hervorragendste Rolle.

Als Produzenten konkurriren jetzt alle Erdtheile, so dass das früher auf wenige Erntewochen konzentrirte Angebot sich nunmehr auf das ganze Jahr zur Erleichterung des Handels vertheilt; beispielsweise erntet man im

Januar: in Australien, Neuseeland, Chile, Argentinien;
Februar: } in Ostindien;
März: }
April: in Mexiko, Aegypten, Persien, Syrien;
Mai: in China, Japan, nördlichem Kleinasien, Tunis, Algier, Marocco;
Juni: in Kalifornien, Spanien, Portugal, Italien, Griechenland, Südfrankreich;
Juli: in Mittel- und Nordfrankreich, Süddeutschland, Oesterreich-Ungarn, Südrussland, Vereinigten Staaten;
August: in West- und Mittelrussland, Norddeutschland, Belgien, Niederlanden, Dänemark, England, Südkanada;
September (und Oktober): in Schweden, Schottland, Nordrussland, Kanada.

Während der internationale Kornhandel vor 100 Jahren höchstens 10 bis 11 Millionen hl Getreide (nach Turgot's Schätzungen) betraf, wurde 1887 der Gesammthandel in Getreide und Mehl auf mindestens 569 Millionen hl veranschlagt.

Nach dem Verhältniss von Produktion und Konsum kann man unterscheiden zwischen

a) Getreide-Exportländern: Vereinigte Staaten von Amerika, Russland, Oesterreich-Ungarn, untere Donauländer, Britisch-Ostindien, Algier, Australien, Aegypten, Kanada, Chile, Tunis, Argentinische Republik, welche in mittleren Erntejahren ihre überschüssige Produktion ausführen, — und andererseits

b) Getreide-Importländern: Grossbritannien, Frankreich, Deutschland, Belgien, Schweiz, Niederlande, Italien, Spanien, Dänemark, Schweden, Norwegen, Finnland, Portugal, Griechenland, welche regelmässig auf Getreidezufuhr vom Ausland angewiesen sind, da die eigenen Ernten für den Konsum nicht ausreichen.

Der Getreideexport betrug in:

Russland		Vereinigte Staaten von Amerika	
1800 bis 1813 . .	3500000 hl	1840 bis 1850 .	5000000 hl
1844 bis 1853 .	11500000 „	1879 bis 1881 . .	102000000 „
1881 bis 1889 . . .	84700000 „	1881 bis 1889 . . .	63000000 „

Bis zum Jahr 1879 stieg der Jahresumsatz im Getreidehandel auf 7,3 Milliarden Mark. Trotz Preisfalles, Einführung und Erhöhung von Zöllen hielt er sich noch 1887 auf ca. 5,1 Milliarden Mark und nimmt dadurch fast 10% der gesammten Welthandelswerthe ein.

Die Ernte-Durchschnitte in Europa in den Jahren 1884 bis 1888 in 1000 hl zeigt die Tabelle auf S. 402.

Aus den Zahlen für die Ein- und Ausfuhr der Einzelstaaten ergeben sich die auf S. 403 bezifferten durchschnittlichen Ueberschüsse der Ausfuhr über die Einfuhr für den angeführten Zeitraum, berechnet in Tausenden von Meterzentnern.

Den durchschnittlichen Ueberschuss der Einfuhr über die Ausfuhr für denselben Zeitraum in Tausenden von Meterzentnern zeigt dagegen die zweite Tabelle auf S. 403.

Ernteergebnisse in Europa in den Jahren 1884 bis 1888 in 1000 hl.

Länder	Weizen und Spelz	Roggen	Gerste	Mengkorn	Mais	Hafer	Buchweizen	Hirse	Alle bezeichneten Früchte
Deutsches Reich	40 361	81 100	36 000	?	—	101 632	1 962	235	264 290
Oesterreich-Ungarn	70 065	47 635	38 365	3 635	34 065	57 964	2 300	1 524	255 553
Grossbritannien und Irland	27 500	—	26 000	—	—	55 700	—	—	109 200
Frankreich	107 162	22 865	17 200	8 720	9 500	87 864	10 030	571	263 915
Italien	39 533	1 600	3 300	—	26 732	5 267	—	—	76 432
Russland	87 464	248 034	54 033	—	10 400	203 566	23 767	22 620	649 884
Finnland	200	4 333	2 100	185	5 467	4 333	—	—	16 618
Schweden	1 368	7 333	5 235	1 868	—	20 431	—	—	36 235
Norwegen	433	400	1 600	810	—	3 200	700	—	7 143
Dänemark	2 067	5 712	8 268	358	—	11 532	1 100	—	29 037
Niederlande	2 168	4 265	1 700	—	—	4 700	534	—	13 367
Belgien	6 166	6 325	1 500	535	—	9 700	312	—	24 538
Schweiz	900	2 300	400	—	—	1 769	—	—	5 369
Spanien	34 100	11 600	23 460	—	10 965	4 500	—	—	84 625
Portugal	2 300	1 700	700	—	5 200	400	—	—	10 300
Griechenland	1 732	—	800	603	1 100	100	120	60	4 515
Rumänien	10 933	3 910	27 760	—	22 900	1 400	—	?	66 903
Serbien	2 167	465	1 233	—	2 761	667	655	—	7 951
Bulgarien	11 714	2 182	8 821	—	20 218	2 610	—	?	45 545
Europäische Türkei	14 286	4 318	7 479	—	11 082	890	1 100	289	39 444
Europa	462 619	459 077	265 954	16 714	160 393	578 225	42 580	25 302	2 010 864

Ueberschuss der Ausfuhr über die Einfuhr in den Jahren 1884 bis 1888 in 1000 Meterzentnern.

Länder	Weizen und Spelz	Roggen	Gerste	Mais	Hafer	Verschiedenes Getreide	Mehl und Mahlprodukte	Totale der Netto-Ausfuhren
Deutsches Reich .		—		—	—	-	1 008	1 008
Oesterreich-Ungarn	1 052		3 539	—	315	—	1 517	6 423
Frankreich . . .		459		—	—	47	-	506
Italien . .	—	—		—	—	—	-	—
Russland	20 518	10 700	5 572	3 082	8 236	364	1 161	49 633
Finnland . . .	—	—	—	—	65	—		65
Schweden . .	—	—	97		2 143			2 240
Norwegen . .	—	—	—	—	52	-		52
Dänemark . .	—	—	480	—	—	—	500	980
Niederlande .	—	—	—	—	280	-	—	280
Spanien	—	—	—	—	—	-	240	240
Rumänien . . .	3 271	707	2 460	6 630	286	277	25	13 656
Serbien	253	22	12	50	35	—	—	372
Bulgarien . . .	?	?	?	?	?	?	?	3 500 1)
Europ. Türkei . .	499	36	155	143	—	—	—	833
Europa . . .	25 593	11 924	12 315	9 905	11 412	688	4 451	79 788 2)

1) Approximative Annahme. — 2) Mit Einschluss der Netto-Ausfuhren aus Bulgarien.

Ueberschuss der Einfuhr über die Ausfuhr in den Jahren 1884 bis 1888 in 1000 Meterzentnern.

Länder	Weizen und Spelz	Roggen	Gerste	Mais	Hafer	Verschiedenes Getreide	Mehl und Mahlprodukte	Totale der Netto-Einfuhren
Deutsches Reich	5 284	7 365	4 276 1)	1 786	1 990	169		20 870
Oesterr.-Ungarn	—	769	—	1 430	—	205		2 404
Grossbritannien und Irland .	27 640	134	7 196	15 318	6 936	42	8 343	65 609
Frankreich . .	8 587		92	3 213	2 166		242	14 300
Italien . . .	6 220 2)	3)	47	434	255		76	7 032
Russland . . .	—	- - -	—		—		-	-
Finnland . . .	10	106	64				773	953
Schweden . .	407	1 470	—	—	.		443	2 320
Norwegen . .	74	1 477	474	18	.		335	2 378
Dänemark . .	442	300	—	412	131	5	—	1 290
Niederlande .	2 402	1 886	797	—	—	103	421	5 609
Belgien . . .	5 096	162	1 430	— 4)	— 4)	1 384 5)	76	8 148
Schweiz . . .	2 774	40	293	276	337	6	280	4 006
Spanien . . .	1 794	— 4)	— 4)	— 4)	4)	667 6)	—	2 461
Portugal . . .	1 044	3	29	248	—	—	14	1 338
Griechenland .	?	?	?	?	?	?	?	2 260 7)
Europa .	61 774	13 712	14 698	23 135	11 815	2 581	11 003	140 978 8)

1) Inclusive Malz. — 2) Weizen und Roggen. — 3) Unter Weizen enthalten. 4) Unter „Anderes Getreide“ enthalten. — 5) Darunter auch Mais und Hafer. — 6) Darunter auch Roggen, Gerste, Mais und Hafer. — 7) Approximative Annahme. — 8) Mit Einschluss der Netto-Einfuhr von Griechenland.

Deutschlands Getreideproduktion.

Staaten und Landestheile	Im Jahre 1890 betrug die Gesammterntemenge von				
	Roggen	Weizen	Spelz	Gerste	Hafer
	Tonnen (zu 1000 kg)				
Provinz Ostpreussen	306 415	84 404	–	74 548	228 968
Westpreussen	248 191	90 206	—	69 982	137 594
Stadt Berlin	241	—	—	45	144
Provinz Brandenburg	476 767	72 676	—	80 638	219 848
Pommern	327 972	82 446	2	66 133	249 779
Posen	371 269	95 893	5	67 076	117 415
Schlesien	464 424	298 190	42	176 286	397 849
Sachsen	386 836	276 952	157	280 550	303 626
Schlesw.-Holstein	165 067	79 915	—	73 988	269 367
Hannover	418 926	140 446	—	35 221	274 469
Westfalen	276 715	97 198	—	30 012	195 333
Hessen-Nassau	143 755	84 546	6	34 007	154 446
Rheinland	319 333	188 255	3 473	47 006	364 162
Hohenzollern	755	1 302	12 546	6 067	7 749
Königr. Preussen	3 906 666	1 502 429	16 231	1 041 559	2 920 749
Bayern rechts des Rheins	698 225	451 890	119 320	493 884	593 341
Bayern l. Rh. (Rbz. Pfalz)	84 105	37 645	17 709	55 427	45 146
Königr. Bayern	782 330	489 535	137 029	549 311	638 487
Königr. Sachsen	284 240	100 140	—	48 111	311 592
Württemberg	48 802	46 676	232 754	139 776	176 746
Baden	54 696	57 683	97 817	88 677	77 520
Hessen	109 966	70 264	8 070	99 154	77 161
Mecklenburg-Schwerin	236 047	82 010	–	34 789	203 873
Sachsen-Weimar	34 989	29 000	11	37 048	43 092
Mecklenburg-Strelitz	37 148	10 025	—	7 415	31 601
Oldenburg	67 218	9 224	2	15 181	46 509
Braunschweig	73 036	53 567	—	21 639	71 641
Sachsen-Meiningen	19 107	10 626	138	9 310	20 792
Sachsen-Altenburg	27 258	12 331		15 255	27 846
Sachsen-Koburg-Gotha	13 626	13 322	179	16 798	18 786
Anhalt	40 943	32 055	—	45 062	30 403
Schwarzburg-Sondershsn.	7 039	8 565	27	7 304	10 747
Schwarzburg-Rudolstadt	8 608	4 780	46	5 946	5 741
Waldeck	12 061	5 373	—	728	14 239
Reuss älterer Linie	5 398	400	—	2 267	4 744
Reuss jüngerer Linie	8 739	3 296	—	4 493	9 538
Schaumburg-Lippe	9 195	3 613	—	1 197	4 998
Lippe	22 530	8 798	—	3 801	17 962
Lübeck	4 110	1 734		672	4 526
Bremen	2 688	408	—	532	2 444
Hamburg	4 355	1 797		161	5 549
Elsass-Lothringen	47 283	258 470	675	87 246	136 258
Deutsches Reich 1890	5 868 078	2 830 921	492 970	2 283 432	4 913 544
Dagegen im Jahre 1889	5 363 426	2 372 413	299 918	1 938 419	4 197 124
1888	5 522 740	2 530 842	336 017	2 260 590	4 647 583
1887	6 375 734	2 830 804	457 079	2 205 504	4 301 407
1886	6 092 849	2 666 423	441 440	2 337 206	4 855 894
1885	5 842 658	2 608 019	466 417	2 264 829	4 358 039
1884	5 470 718	2 487 095	480 577	2 233 673	4 251 348
1883	5 625 343	2 359 324	446 779	2 134 883	3 729 755
1882	6 414 217	2 562 157	458 358	2 260 752	4 523 139
1881	5 466 734	2 065 583	449 023	2 079 579	3 770 677
1880	4 971 290	2 353 115	489 340	2 149 647	4 242 611

Produktion, Handel und Verbrauch der Hauptgetreidearten in Deutschland.

Erntejahr vom 1. Juli bis 30. Juni	Roggen t	Weizen [2]) t	Gerste [3]) t	Hafer t
Geerntet.				
Jahresdurchschnitt 1880 bis 1884	5 568 479	2 357 525	2 167 786	4 090 221
Jahr 1885	5 820 095	2 599 271	2 260 645	4 342 357
1886	6 092 849	2 666 423	2 337 206	4 855 894
1887	6 375 734	2 830 804	2 205 504	4 301 407
1888	5 522 740	2 530 842	2 260 590	4 647 583
1889	5 363 426	2 372 413	1 938 419	4 197 124
Einfuhr in den freien Verkehr [4]).				
J.-Durchschn. 1880/81 bis 1884/85	725 580	588 814	425 237	282 218
Jahr 1885/86	432 043	146 436	397 690	109 334
1886/87	428 827	222 775	421 060	88 277
1887/88	347 914	419 018	586 981	188 497
1888/89	777 963	335 502	635 856	218 159
1889/90	677 512	459 479	792 734	266 533
Ausfuhr aus dem freien Verkehr [4]).				
J.-Durchschn. 1880/81 bis 1884/85	10 472	93 013	90 166	28 617
Jahr 1885/86	3 840	19 335	24 962	16 526
1886/87	3 227	11 098	69 539	13 029
1887/88	2 821	5 451	17 113	3 958
1888/89	1 494	11 211	30 487	713
1889/90	193	9 651	16 303	411
Verfügbare Gesammtmenge.				
J.-Durchschn. 1880/81 bis 1884/85	6 283 587	2 853 326	2 502 857	4 343 822
Jahr 1885/86	6 248 298	2 726 372	2 633 373	4 435 165
1886/87	6 518 449	2 878 100	2 688 727	4 931 142
1887/88	6 720 827	3 244 371	2 792 485	4 485 946
1888/89	6 299 209	2 855 133	2 865 959	4 865 029
1889/90	6 040 745	2 822 241	2 714 850	4 463 247
Aussaatquantum [5]).				
J.-Durchschn. 1880/81 bis 1884/85	862 300	318 597	244 710	598 303
Jahr 1885/86	991 455	327 812	262 079	605 487
1886/87	993 537	328 293	260 869	610 234
1887/88	994 074	328 675	260 802	610 789
1888/89	989 142	331 064	259 591	614 322
1889/90	986 967	335 226	253 830	622 955
Zum Verbrauch zurückgeblieben.				
J.-Durchschn. 1880/81 bis 1884/85	5 421 287	2 534 729	2 258 147	3 745 519
Jahr 1885/86	5 256 843	2 398 560	2 371 294	3 829 678
1886/87	5 524 912	2 549 807	2 427 858	4 320 908
1887/88	5 726 753	2 915 696	2 531 683	3 875 157
1888/89	5 310 067	2 524 069	2 606 368	4 250 707
1889/90	5 053 778	2 487 015	2 461 020	2 840 291

[1]) Die Erntestatistik umfasst das Deutsche Reich (bis zum Jahre 1885 ohne Lippe), die Angabe für Ein- und Ausfuhr das deutsche Zollgebiet (einschl. Luxemburg). — [2]) Die ein- und ausgeführten Mengen von Mehl, das in den Handels-

nachweisen nicht in Roggen- und Weizenmehl getrennt ist, wurden ganz als Weizenmehl und 82 kg Mehl = 100 kg Weizen gesetzt. — [3]) Die ein- und ausgeführten Mengen von Malz wurden der Gerste hinzugerechnet und 78 kg Malz = 100 kg Gerste gesetzt. — [4]) Von 1882/83 ab ausschliesslich der ein- bezw. ausgeführten Mengen, welche zu dem in Folge Gesetzes vom 23. Juni 1882 seit 1. Juli 1882 eingerichteten Mühlenlagerverkehr gehörten. — [5]) Als Aussaatquantum per Hektar nimmt die offizielle Statistik nach den Mittheilungen von Dr. Settegast an: für Winterweizen 170 kg, für Sommerweizen 184 kg, für Roggen 170 kg, für Gerste 150 kg, für Hafer 160 kg.

Getreideimport im Jahre 1891.

Exportland	Weizen t	Roggen t	Hafer t	Gerste t
Belgien	37 716	14 844	85	8 862
Dänemark	972	1 904	145	9 457
Frankreich	351	18 297	26	15 217
Grossbritannien, Gibraltar, Malta und Cypern	657	275	123	149
Italien		20	10	
Niederlande	27 739	18 931	4 710	15 326
Norwegen und Schweden	15	43	655	30
Oesterreich-Ungarn	75 158	38 927	10 356	309 817
Portugal und Spanien	21	1 145	0	0
Rumänien	42 853	23 300	21	52 608
Russland	515 212	618 985	103 658	294 114
Schweiz	772	43	9	533
Brasilien	1 347	6	0	20
Vereinigte Staaten von Nordamerika	143 539	64 327	9	12 241
Britisch Ostindien etc.	24 107	52	—	285
Australien	2 669	-	—	—
Alle übrigen Länder, die Freihäfen und Zollausschlüsse	32 204	41 501	77	6 860
Gesammteinfuhr	905 332	842 654	119 884	725 519
Werth in 1000 Mk.	163 412	137 155	13 883	103 916

Ueber die Gesammtgetreideproduktion auf der Erde im Durchschnitt des Zeitraums 1884 bis 1888 s. S. 407.

Die Ausfuhr resp. Mehrausfuhr im Durchschnitt 1884 bis 1888 s. S. 407.

Ueber den Werth des Welthandels in Getreide und Mehl giebt die Tabelle S. 408 Aufschluss.

2. Reis wurden in das deutsche Zollgebiet 1891 114315 t im Werth von 89963000 Mk. eingeführt. Hiervon importirte am meisten Britisch-Ostindien mit 67709 t; Brasilien betheiligte sich mit 11672 t, die Vereinigten Staaten von Amerika mit 9752 t etc.

3. Kartoffeln wurden im Durchschnitt der Jahre 1884 bis 1888 85500000 t als Jahresprodukt auf der ganzen Erde gewonnen. Europa produzirte in diesem Intervall jährlich 80000000 t, die sich nach den Angaben in der Tabelle auf S. 409 im Jahresdurchschnitt auf die Einzelstaaten vertheilten.

Gesammtgetreideproduktion in den Jahren 1884 bis 1888.

Länder	Weizen		Roggen		Gerste		Hafer		Mais	
	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t
Europa	462 619	356 217	459 077	380 012	265 954	172 870	578 225	318 024	160 393	128 314
Ver. Staaten von Nordamerika	158 570	120 200	9 731	7 787	20 300	11 368	225 032	180 000	623 467	498 773
Kanada	13 598	10 880	758	606	7 910	6 328	30 582	24 466	5 317	4 254
Chile	3 900	3 003	—	—	1 000	650	—	—	?	?
Argentinien	5 300	4 081		—	?	?	?	?	6 000	4 800
Britisch Indien	92 024	73 620		—	?	?	?	?	?	?
Australien	14 560	11 648		—	1 060	689	6 580	3 619	3 100	2 968
Aegypten	7 500	5 775			2 400	1 560	—	—	4 889	3 911
Algier	7 467	5 973	3	2	11 897	9 515	1 081	864	100	80
Japan	16 000	12 320	—	—	18 193	11 825		—	?	?
Summe	781 538	603 717	469 572	388 407	328 714	214 805	841 500	526 973	803 876	643 100

Ausfuhr in den Jahren 1884 bis 1888.

Länder	Weizen		Roggen		Gerste		Hafer		Mais		Mehl	
	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t	1000 hl	100 t
Ver. Staaten von Nordamerika	43 214	33 241	684	547	237	189	864	691	15 236	12 189	19 080	15 263
Kanada	800	640	130	104	1 418	1 134	756	604	936	749	—	—
Chile	1 477	1 182	—	—	112	98	—	—	—	—	191	113
Argentinien	595	476	—	—	9	7	—	—	1 154	923	7	6
Britisch Indien	24 367	18 744	—	—	—		—	—		—	11 700	9 360
Australien	2 578	2 062	—	—	—	—	117	93		—	—	—
Aegypten	846	677	—	—	—	—	—	—	76	61	—	—
Algier	1 346	1 077	—	—	568	455	504	403	—	—	6	5
Uruguay	—	—	—	—	—	—	—	—	105	84	109	87
Summe	75 223	58 099	814	651	2 344	1 883	2 241	1 791	17 507	14 006	31 023	24 834
Ausfuhr der europäischen Länder	45 420	36 976	15 658	12 526	15 591	12 473	18 810	15 048	9 376	7 501	2 951	2 361
Totalhandel	120 643	95 075	16 472	13 177	17 935	14 356	21 051	16 839	26 883	21 507	33 974	27 195

Welthandel mit Getreide und Mehl

Länder	Millionen Mark: Werth 1885 Einfuhr	Werth 1885 Ausfuhr	Werth 1885 Ges. Umsatz	Werth 1886 Einfuhr	Werth 1886 Ausfuhr	Werth 1886 Ges. Umsatz	Werth 1887 Einfuhr	Werth 1887 Ausfuhr	Werth 1887 Ges. Umsatz	Werth 1888 Einfuhr	Werth 1888 Ausfuhr	Werth 1888 Ges. Umsatz	Menge in Millionen kg im Jahre 1889: Einfuhr	Ausfuhr	Ges. Umsatz
Grossbritannien	1088,1	15,6	1103,7	889,7	20,6	910,3	986,3	15,0	1001,3	1047,2	14,8	1062,0	7446	64	7510
Russland	6,3	567,8	574,1	1,4	149,3	150,7	2,5	568,2	570,7	1,9	706,4	708,3	19	8621	8640
Vereinigte Staaten von Nordamerika[1]	33,3	728,6	761,9	24,9	696,2	721,1	36,8	541,2	578,0	33,7	527,3	561,0	369	3915	4284
Niederlande	222,5	112,1	334,6	253,0	133,8	386,8	289,3	161,5	450,8	322,7	173,6	496,3	1653	952	2605
Britisch Ostindien[2]	0,9	339,9	340,8	0,8	349,3	350,1	0,5	302,2	302,7	2,5	310,1	312,6	17	2170	2187
Frankreich	189,5	27,8	217,3	199,1	21,1	221,9	254,1	16,5	270,6	299,8	11,4	311,2	3127	152	3279
Belgien	193,7	67,6	261,3	181,6	74,4	256,0	201,9	61,0	262,9	237,6	73,8	311,4	1391	502	2035
Oesterreich-Ungarn	81,5	192,7	274,0	30,3	190,8	221,1	26,0	202,7	228,7	10,7	263,1	273,8	94	1222	1316
Deutsches Reich	293,7	38,7	332,1	190,8	11,0	201,8	249,3	32,6	281,9	214,8	31,8	246,6	1871	195	2066
Rumänien	2,1	117,2	119,3	2,0	154,1	156,1	0,8	166,4	167,2	0,8[5]	166,4[5]	167,2	7[6]	1640[6]	1647
Italien	137,5	29,7	167,2	189,0	25,6	214,6	187,1	20,3	207,4	128,4	10,2	138,6	734	65	799
Australien	30,9	71,5	102,4	35,8	37,4	73,2	37,8	55,8	93,6	42,1	85,0	127,1	230	572	802
Kanada[1]	21,0	75,5	96,5	27,9	85,4	113,3	30,7	71,5	102,2	30,7[6]	71,5[6]	102,2	251[6]	569[6]	820
Schweiz	68,4	0,4	68,8	74,4	1,8	76,2	75,2	1,2	76,4	82,5	1,5	84,0	159	6	165
Spanien	58,1	8,4	67,1	60,7	8,2	68,9	78,5	6,6	85,1	55,0	8,2	63,2	353	31	384
Argentinische Republik	0,1	51,5	51,6	0,1	26,5	26,6	0,2	63,6	63,8	0,5	58,2	58,7	2	349	351
Schweden	50,8	31,8	82,5	53,6	13,8	67,4	35,3	24,6	59,9	39,7	10,9	50,6	226	196	422
Dänemark	27,7	24,6	52,3	23,8	21,8	45,6	26,7	19,3	46,0	32,9	17,4	50,3	297	117	414
Bulgarien	0,3	24,9	25,3	0,2	27,4	27,6	0,1	21,3	21,4	0,1	38,1	38,2	1	129	130
Europäische Türkei	?	25,0	25,9	?	23,7	23,7	?	13,0	13,0	17,4	11,3	36,4	?	16[5]	16
Algier	4,3	63,5	67,8	1,0	18,0	22,0	6,1	36,9	43,0	8,7	27,0	35,7	56	157	213
Norwegen	59,5	1,1	60,6	39,8	1,4	41,2	27,6	0,9	28,5	34,6	0,8	35,4	307	4	311
Aegypten	9,2	22,1	31,3	12,2	14,4	26,6	7,7	19,2	26,9	6,0	22,1	28,1	42	187	229
Griechenland	18,8	?	18,8	19,7	?	19,7	15,1	0,1	15,2	27,0	0,2	27,2	148	1	149
Japan	3,1	1,4	4,5	1,0	11,8	12,8	2,3	7,7	10,0	2,4	23,7	26,1	ca. 21[7]	ca. 210[7]	231
Portugal	22,6	0,8	23,4	26,1	0,9	27,0	26,9	0,5	27,4	20,2	0,8	21,0	145	1	146
Chile	—	18,3	18,3	—	22,8	22,8	—	21,1	21,1	—	22,0	22,0	—	123	123
Finnland	20,1	2,5	22,6	17,4	2,1	19,5	10,6	2,2	12,8	15,4	1,5	16,9	ca. 111	ca. 50	161
Tunis[4]	1,1	2,5	3,6	1,1	5,9	7,0	1,4	6,6	8,0	5,8	3,5	9,3	?	?	?
Uruguay	0,4	2,4	2,8	0,6	0,6	1,2	0,3	2,8	3,1	0,5	6,6	7,1	1	15	16
Tripolis	1,0[5]	0,1[5]	1,1	0,7	0,1	0,8	0,3	—	3,5	1,2	—	1,2	?	?	?
Serbien	0,5	3,7	4,2	0,5	2,4	2,9	3,3	3,5	3,8	0,2	8,7	8,9	2	92	94
Total	2610,0	2478,1	5088,1	2523,2	2482,1	4805,5	2648,1	2470,3	5118,4	2713,5	2820,7	5534,2	19630	22649	42279

[1]) Fiskaljahre endend am 30. Juni 1886, 1887, 1888 und 1889. — [2]) Fiskaljahre endend am 31. März 1886, 1887 u. s. w. Der Totalumsatz bezieht sich auf alle Arten Getreide, Mehl und Reis. Die Rupie ist mit dem nominellen Werthe von 1,92 M. umgerechnet. Bei der Einfuhr ist nur die fremde, bei der Ausfuhr nur die heimische Waare berücksichtigt. — [3]) Finanzjahre endigend 28. Februar 1886, 1887 u. s. w. — [4]) Türkisches Jahr endigend 12. Oktober 1885, 1886 u. s. w. — [5]) Daten des Jahres 1884. — [6]) Daten des Vorjahres. — [7]) Nach den Preisangaben im Résumé statist. du Japon geschätzt.

Mittlere Kartoffelernte in den Jahren 1884 bis 1888.

Land	Millionen Hektoliter	Tonnen	pro Kopf kg
Irland	48,5	4 216 400	568
Deutsches Reich	291,0	25 170 500	537
Belgien	35,0	3 000 000	507
Niederlande	23,9	2 067 350	470
Oesterreich	117,6	10 172 400	437
Norwegen	7,1	614 150	340
Schweden	17,9	1 548 350	339
Frankreich	130,5	11 288 250	295
Schweiz	9,2	795 800	270
Dänemark	5,2	449 800	212
Russland	137,0	11 853 500	192
Ungarn	31,4	2 716 100	162
Grossbritannien	35,6	3 032 300	94
Spanien	18,3	1 582 950	93
Portugal	4,3	372 450	81
Italien	8,1	700 650	23
Rumänien	1,6	13 840	2,5
Griechenland	0,04	3 460	1,7
Andere Länder	2,4	20 587	—

Die Bedeutung des Kartoffelhandels zeigt folgende Tabelle:

Land	1887			1888		
	Einfuhr t	Ausfuhr t	Gesammt-Umsatz-werth 1000 M.	Einfuhr t	Ausfuhr t	Gesammt-Umsatz-werth 1000 M.
Ver. Staaten von N.-Amerika (Fisk.jahr)	43 664	13 255	3 617	251 785	12 311	16 805
Grossbritannien u. Irland (Fiskaljahr)	140 378	2 478	20 147	121 096	2 550	16 650
Deutschland	49 825	132 057	5 911	58 772	215 076	14 650
Belgien	39 831	29 350	3 923	149 868	17 347	12 189
Frankreich	26 214	101 988	6 124	27 333	116 406	10 146
Australien [1])	76 641	73 689	9 098	1 127	60 446	3 601
Niederlande	17 565	36 575	912	68 122	71 193	2 349
Schweiz	23 671	892	1 311	33 963	906	2 153
Oesterreich-Ungarn	22 489	15 556	2 200	23 123	19 107	2 151
Portugal	3 268	6 561	903	3 218	8 246	1 136
Italien	—	11 196	726	—	15 219	986
Russland [2])	?	25 392	580	?	32 485	832
Dänemark	5 189	417	262	2 430	844	153
Schweden	3 457	150	105	1 850	349	103
Norwegen	379	204	29	950	112	51
Bulgarien	179	184	33	13	141	14
Zusammen	452 750	449 944	55 881	743 650	572 738	83 969

[1]) Die Daten für 1888 ohne die Angaben für Neu-Süd-Wales, Queensland und Süd-Australien. — [2]) Die Einfuhr von Kartoffeln wird nicht gesondert nachgewiesen. Der Rubel ist zum Kurswerth des betreffenden Jahres gerechnet. Die Ausfuhrdaten beziehen sich auf die Ausfuhr über alle Grenzen Russlands.

Im Deutschen Reich erntete man

1890	23320983 t
1889	26603965 t
1888	21910996 t

Die Produktion von Stärkezucker im deutschen Zollgebiete während des Betriebsjahres vom 1. August 1891 bis 31. Juli 1892.

Staaten und Verwaltungsbezirke	Zahl der im Betrieb gewesenen Stärkezuckerfabriken [1])	Menge der zu Stärkezucker verarbeiteten Stärke				Menge des gewonnenen Stärkezuckers			
		Selbstfabrizirte Stärke		Angekaufte Stärke		Stärkezucker in fester Form	Darunter krystallisirter Stärkezucker, namentlich in Form von Broten, Platten u. dergl.	Stärkezuckersyrup	Ausserdem Couleur
		nasse	trockene	nasse	trockene				
		100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg	100 kg
I. Preussen:									
Provinz Brandenburg	10	33 043 [2])	—	94 406	9 302	19 750	—	56 536	17 212
Posen und Westpreussen	4	13 589	1 311	27 241 [3])	1 523		—	27 430	1 608
Schlesien	1	18 841	4 750	7 690	698	5 376	—	15 898	330
Sachsen und Hannover	4	2 606 [4])	1 405	3 340	1 371	3 513	—	5 814	629
Summe I	22	68 079	7 466	132 677	12 894	28 639	—	105 678	19 779
II. Hessen und Baden	2	1 155 [2])	—	—	4 241	4 843	—	—	—
III. Elsass-Lothringen und Braunschweig	2	7 767	—	400	8 455	2 048	—	10 849	—
Zusammen 1891/92 im Zollgebiet	26	77 001	7 466	133 077	25 593	35 530	—	116 527	19 779
dagegen [5]) 1890/91	29	175 241	11 880	349 006	99 016	107 747	297	278 068	43 580
1889/90	30	287 030	28 150	512 200	28 520	175 800	2 090	346 840	27 480
1888/89	29	245 500	24 950	285 990	10 640	110 110	1 300	244 810	23 060
1887/88	30	336 400	38 070	358 370	31 180	139 040	3 400	335 160	21 810

[1]) Ausserdem waren im Betrieb: in der Provinz Sachsen eine Saccharinfabrik, in der Provinz Westpreussen 2, im Königreich Sachsen 1 und im Herzogthum Braunschweig 3, zusammen 6 Syrupraffinerien, welche zusammen 35 129 (100 kg) Syrup herstellten.

[2]) Bei einer Fabrik ist die Menge der verarbeiteten nassen Stärke nach einem angegebenen Verhältniss berechnet.

[3]) Ausserdem 2 kg Saccharin.

[4]) Ausserdem 404 (100 kg) Abfälle von der Stärkefabrikation und 69 (100 kg) Abfälle aus einer Reismühle.

[5]) Die Daten für 1887 bis 1890 waren im Original in Tonnen angegeben; die letzte Stelle ist daher im Vergleich mit den überstehenden Zahlen abgerundet.

Exportirt wurden im letztgenannten Jahr 215100 t. Nach Deutschland haben Frankreich und die Niederlande in Europa den grössten Export. Viel exportiren auch Australien, Kanada und Nordamerika.

2. Fabrikate.

a) Stärke. Die wirthschaftliche Bedeutung der Stärkefabrikation liegt, wie bei den anderen landwirthschaftlichen Gewerken (Zucker- und Spiritusfabrikation), vorzugsweise darin, dass das Rohmaterial nicht völlig aufgebraucht verkauft wird, vielmehr Nebenprodukte liefert: Pulpe, Schlempe, Presslinge, Diffusionsrückstände etc., die ebenfalls zur Erhöhung der Rente der Wirthschaft beitragen. Denn aus ihnen wird bei der Verfütterung Fleisch, Fett, Milch, und der bei der Viehhaltung gelieferte Dünger gibt dem Boden zurück, was ihm genommen ist: Stärke oder Zucker werden dagegen stets von Neuem aus der Kohlensäure und dem Wasser der Atmosphäre gebildet.

Das von Dr. O. Saare bearbeitete Verzeichniss der Stärkefabriken im Deutschen Reiche (2. Aufl., Berlin 1893) führt auf: 335 Fabriken für feuchte Kartoffelstärke, 218 für trockene Kartoffelstärke, 15 für Maisstärke, 11 für Reisstärke, 15 für Weizenstärke, 20 für Stärkezucker, 5 für Puder, 4 für Stärkepräparate, 1 für Pülpepapier, 34 für Stärkesyrup, 11 für Zuckercouleur, 32 für Dextrin, 3 für Glanzstärke etc., 14 für Sago, 7 für Nudeln und Maccaroni, 1 für Aleuronat, 1 für Kleber, 2 für Maltose, 1 Syrup-Raffinerie und 1 Versuchsfabrik.

Die Ein- und Ausfuhr an Stärke, Kraftmehl, Puder und Arrowroot, sowie den Ueberschuss der ersteren zeigt folgende Tabelle[1]):

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Ueberschuss der Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1884	1 302	555	33 290	7 222	31 988	6 667
85	1 267	469	32 958	6 977	31 691	6 508
86	995	368	41 544	7 895	40 549	7 527
87	1 329	492	46 106	9 158	44 777	8 666
88	455	180	43 807	11 025	43 352	10 845

Im Jahre 1891 wurden von Deutschland 14745 t Kartoffelstärke und Kartoffelmehl im Werth von 3834000 Mk. exportirt. Am meisten ging nach England, Spanien und Portugal.

Die Stärkezuckerfabrikation in Deutschland kennzeichnen die Angaben auf S. 410.

Der Export an Stärkezucker, Maltose etc. betrug:

1880	13322 t	1890	19702 t
1885	24901	1891	6052

Literatur. Lintner, Handbuch der landwirthschaftlichen Gewerbe (Berlin 1893); Wagner, von, Die Stärkefabrikation in Verbindung mit der Dextrin- und Traubenzuckerindustrie (Braunschweig 1886); Birnbaum, Die Fabrikation der Stärke, des Dextrins, des Stärkezuckers, der Zuckercouleur, das Brotbacken und die Rübenzuckerindustrie (Braunschweig 1886).

[1]) Die wirthschaftliche Bewegung von Handel und Industrie in Deutschland im Zeitraum 1884 bis 1888 (Berlin 1890). Nach Handelskammerberichten.

Rohrzucker.

Vorkommen. Rohrzucker (Saccharose) findet sich in Mengen von 15 bis 20% im Zuckerrohr (Saccharum officinarum); ferner enthalten:

Zuckerrübe (Beta vulgaris)	8 bis 18%;
Zuckerhirse (Sorghum saccharatum)	8 bis 12
Ananas	11
Erdbeere .	5 bis 6
Aprikose	3 bis 6

Auch in Ahornen, Palmen, Birken, Maisstengeln etc. ist Saccharose enthalten. Die meisten süssen Pflanzensäfte enthalten dagegen Traubenzucker (Dextrose) und Fruchtzucker (Lävulose).

Geschichtliches. a) Rohrzucker. Schon in den ältesten Zeiten war der Rohrzucker in China, Persien und Ostindien bekannt. Zu Alexanders des Grossen Zeiten kam er nach Griechenland, und griechische, später römische Aerzte benutzten ihn zu Heilzwecken. Fester Zucker ist etwa im 7. Jahrh. zuerst dargestellt worden. Im 8. Jahrh. wurde schon in Persien aus Rohrzucker veredelter Zucker in Brotform bereitet. Durch die Eroberungszüge der Araber im 9. und 10. Jahrh. gelangte die Kenntniss des Zuckers nach Syrien, Aegypten, Cypern, Kreta, Sizilien und Spanien; noch weiter wurde die Zuckerrohrkultur durch die Kreuzzüge verbreitet. Im 15. und 16. Jahrh. führten die Portugiesen das Rohr in Madeira und Brasilien ein, die Spanier in Westindien und den Kanarischen Inseln, die Holländer in Java und Guyana. Erst von jener Zeit an datirt die ausgedehnte tropische Kultur des Zuckerrohrs und gelang es in den genannten Ländern, nicht nur syrupartigen, sondern auch festen Zucker zu bereiten, der in Europa in den folgenden Jahrhunderten stets wachsende Abnahme fand.

Zur Zeit findet die grösste Zuckerproduktion in Cuba statt, dem sich Java, Manilla, Mauritius und die kleineren westindischen Kolonien (Martinique, Jamaika etc.) anschliessen; in Nordamerika ist Louisiana, in Südamerika Brasilien und Peru zu nennen. In Asien kommen Java, China, Japan und Ostindien als Zuckerproduzenten in Betracht, in Afrika Aegypten und in Australien die Sandwich-Inseln.

Die früher bedeutende Kultur des Zuckerrohrs in Europa ist völlig zurückgedrängt worden und erst neuerdings in Spanien wieder aufgenommen.

Schon seit dem 16. Jahrh. wurden in fast sämmtlichen europäischen Staaten Raffinerien begründet, die den Zuckerrohr-Rohzucker (Kolonialzucker) reinigten und bleichten. Begünstigt durch zahlreiche staatliche Schutzmassregeln, nahmen diese Raffinerien einen ausserordentlichen Aufschwung, so dass einzelne im Jahre 3 Millionen Mk. Steuern entrichtet haben sollen.

Die Kontinentalsperre, die Napoleon I. im November 1806 verhängte und die den Kolonialzucker vom Markt fast völlig ausschloss, bewirkte, dass man nach einem Ersatz desselben Umschau hielt. Als dieser bot sich der aus Runkel-

rüben Zuckerrüben zu gewinnende Zucker (vergl. auch beim Stärkezucker S. 390).

b) Rübenzucker. Schon im Jahre 1747 hatte der Berliner Apotheker Marggraf die Anwesenheit eines Zuckers in der schlesischen Runkelrübe konstatirt und auf die gewinnbringende Fabrikation eines Rübenzuckers hingewiesen. In Folge der damaligen niedrigen Zuckerpreise fanden seine Versuche nicht die verdiente Aufmerksamkeit, und erst seinem Schüler Achard gelang es nach zwanzigjährigem rastlosen Bemühen, den Entdeckungen seines Lehrers die nöthige Beachtung zu verschaffen und damit einen neuen Industriezweig zu begründen. Im Jahre 1801 wurde auf dem Gute Cunern (Reg.-Bez. Breslau) die erste Rübenzuckerfabrik angelegt. Die damaligen Apparate und Reinigungsmethoden waren indessen noch so unvollkommen, dass nur 2 bis 3% krystallisirter Rohzucker als Ausbeute gewonnen wurden — ein Resultat, das die Kosten nicht deckte und zum Eingehen der Fabriken führte.

Während Achard in den folgenden Jahren mit Beihülfe von Nathusius, Koppe, Hermbstädt und Lampadius die Methoden verbesserte, drängten die oben erwähnten politischen Verhältnisse zu einer neuen technischen Erprobung des Verfahrens, das selbst bei der bisher erhaltenen geringen Ausbeute insofern aussichtsvoll erschien, als durch die Kontinentalsperre eine Preissteigerung des Kolonialzuckers von 22 bis 36 Thlr. im Jahre 1805 auf 200 Thlr. im Jahre 1811 erfolgt war. Die jetzt in Deutschland begründeten Fabriken arbeiteten noch immer mit so unvollkommenen Mitteln, dass sich nach Aufhebung der Sperre ihre Produkte als nicht konkurrenzfähig erwiesen; in der Folge mussten sie daher eingehen, und der Betrieb ruhte in Deutschland bis zum Jahre 1820.

Anders war es in Frankreich, wo Napoleon durch ausserordentliche Begünstigungen zahlreiche Techniker und Gelehrte für die neue Industrie interessirte, mit deren Aufblühen er dem englischen Handel einen empfindlichen Schlag versetzen wollte. Eine rationelle Saftgewinnung durch verbesserte Reiben und Pressen, ferner die Benutzung des Dampfes und der gekörnten Knochenkohle wurden hier eingeführt, und schon 1828 produzirten 58 Fabriken 600000 Zentner Zucker.

Eine eigentliche deutsche Rübenzuckerindustrie datirt erst von den 30er Jahren. Wenn nach 1820 in Deutschland wieder Zuckerfabriken entstanden, so lag dies wesentlich an dem Wunsch der Landwirthe, auf dem durch niedrige Getreidepreise entwertheten Boden gewinnbringendere Früchte zu pflanzen. Trotz der in Frankreich gemachten Erfahrungen arbeitete man anfänglich immer noch unrationell, da man zum Konzentriren der Säfte nicht Dampf benutzte und daher nur mangelhafte Ausbeute erlangte. Um das Jahr 1836 erstanden, namentlich in der Nähe von Magdeburg, Fabriken, die günstige Erträge lieferten, da zuckerreiche und salzarme Rüben verarbeitet wurden.

Nachdem diese Eigenschaften des Rohmaterials als Nothwendigkeit anerkannt waren und nicht wie früher die Ausrüstung des Betriebes mit kostspieligen, aber zweckmässigen Apparaten gescheut wurde, gelang es, die junge Industrie in Deutschland zur vollsten Blüthe zu bringen. Von ihren Anfangsstadien an durch einen sorgsamen staatlichen Schutz begünstigt (vergl. unten bei Steuergesetzgebung), haben sich die Fabriken durch stete Benutzung wissenschaftlicher und technischer Fortschritte zu einer bedeutsamen Quelle des Nationalwohlstandes entwickelt.

Von wesentlichen technischen Verbesserungen des Verfahrens ist zu nennen: das 1812 von Howard eingeführte Eindampfen der Säfte unter vermindertem Luftdruck, die von Derosne zuerst im Grossen eingeführte Entfärbung der Säfte durch Knochenkohle, schliesslich die in Frankreich zuerst 1844 erfolgte Anwendung der Centrifugen, mittelst welcher anfänglich nur Füllmasse geschleudert wurde, während sie später auch zum Decken des Zuckers mit Syrup, Wasser oder Dampf diente.

In Deutschland fasste die neue Industrie zuerst in Sachsen festen Fuss, wesentlich weil der Boden den Rübenbau begünstigte. Anhalt und Schlesien folgten. In Braunschweig hemmte der niedrige Eingangszoll auf Kolonialzucker die Fabrikation, bis der Eintritt des Landes in den Zollverein eine für die junge Industrie wohlthätige Erhöhung jenes Zolles mit sich brachte.

Auch in Oesterreich-Ungarn, Belgien und Russland gelangte die Rübenzuckerfabrikation zur höchsten Entwicklung. In England und Italien hat der Rübenbau nicht den gewünschten Erfolg gehabt, ebensowenig in Amerika.

Die Melasseentzuckerung stützt sich auf Versuche von Leplay und Dubrunfaut, denen es 1850 gelang, aus dem Syrup krystallisirten Zucker mit Hülfe des Baryumsaccharats resp. dialytischer Vorgänge darzustellen. Das letztere

Verfahren, die Osmose, fand erst nach 1873, seitdem geeignetes Pergamentpapier zur Verfügung stand, weitere Verbreitung. Das Barytverfahren wurde durch Scheibler-Seyffert's Elution verdrängt.

Darstellung des Rübenzuckers.

Die Fabrikation läuft zunächst auf Gewinnung eines Rohzuckers hinaus, der dann oft in besonderen Fabriken auf Konsumzucker (Raffinade) verarbeitet wird.

Die Einzeloperationen sind folgende:

A. Bereitung des Rohzuckers.

I. Waschen und Zerkleinern der Rüben.

II. Saftgewinnung.
1. Diffusionsverfahren.
2. Andere Verfahren (Pressen, Ausschleudern, Maceriren).

III. Saftreinigung.
1. Scheidung durch Kalk.
2. Saturation des überschüssigen Kalkes durch Kohlensäure.
3. Trennung des Kalkschlammes vom Saft.
4. Filtration.

IV. Konzentration des Saftes.
1. Verdampfen zur Dicksaftkonzentration.
2. Verkochen zur Füllmasse.

V. Verarbeitung der Füllmasse.
1. Mischen mit Syrup (Maischen).
2. Centrifugiren.

B. Bereitung des Konsumzuckers.
1. Vorreinigen.
2. Lösen und Umkrystallisiren.

C. Melasseentzuckerung.
1. Osmoseverfahren.
2. Kalksaccharatverfahren.
3. Strontianverfahren.

A. Bereitung des Rohzuckers.

Die Zuckerrübe ist die Wurzel einer durch Kultur veredelten Abart von Beta maritima. Sie ist im Gegensatz zu der einjährigen Stammpflanze, die an den südeuropäischen Küsten wild wächst, eine zweijährige Pflanze, die im zweiten Jahr einen Stengel treibt, Blüthen trägt und Samen reift. Zuweilen beobachtet man bei Störungen des Wachsthumes ein „Schossen der Rübe“ d. h. sie treibt schon im ersten Jahre einen Stengel.

Man säet die Rübensamen, die von zuckerreichen, guten Rüben stammen sollen, im April bis Mitte Mai und hackt, wenn die Pflänzchen aufgegangen sind, den Boden, um das Unkraut zu entfernen und den Grund zu lockern. Um eine gute Rübe zu erhalten, ist diese Arbeit mehrfach zu wiederholen. Haben sich die jungen Pflanzen so weit entwickelt, dass man sie anfassen kann, so verzieht man sie, d. h. die vorher zu dicht stehenden Pflanzen werden entfernt, damit die anderen sich frei entwickeln können; schwache Exemplare und solche von anderer Art scheidet man aus.

Unter dem Einfluss des Sonnenlichtes findet in den Blättern die Zuckerbildung statt, und der Zucker wird durch die Blattstiele in die Wurzel gesandt, die durch zahlreiche Würzelchen anorganische Bestandtheile aus dem Boden aufnimmt.

Im September oder Oktober des ersten Jahres ist die Rübe für die Zwecke der Zuckerindustrie zur Ernte reif. Eine vollkommen ent-



Fig. 164. Vollkommen entwickelte Zuckerrube nach Stohmann

wickelte Rübe zeigt Fig. 164. So lange noch die Blätter grün sind, findet Zuckerbildung statt; erst wenn die unteren, hierauf die oberen Blätter gelb geworden sind, hört dieselbe auf. Vor der zweiten Hälfte des Oktober hat man die Ernte meist beendet.

Die Rüben werden vorsichtig von den Blättern befreit, indem man den Kopf durch einen Schnitt abtrennt.

Als Eigenschaften einer guten Zuckerrübe wird verlangt:

a) hoher Zuckergehalt und nicht zu geringer Ernteertrag;

b) regelmässige, kegel- oder birnförmige Gestalt mit möglichst wenig Seitenwurzeln und mit nur geringen Vertiefungen, damit der Rübe recht wenig Verunreinigungen anhaften;

c) weisses, dichtes Fleisch, das Haltbarkeit und leichte Verarbeitung verspricht;

d) kleiner, wenig aus der Erde herausragender Kopf; derselbe wird abgeschnitten, gibt also um so mehr Verlust, je grösser er ist;

e) das mittlere Gewicht der Rübe soll nicht 0,7 bis 1 kg überschreiten. Kleine Rüben enthalten wenig Saft, in grossen ist der Saft weniger zuckerreich.

Als beliebte, vielfach angebaute Rüben sind folgende zu nennen: Knauer'sche Imperial- und Elektoralrübe, Kleinwanzlebener Rübe, Rüben von Bestehorn, von Vilmorin, weisse schlesische Rübe.

Die zahlreichen entstandenen Varietäten unterscheiden sich ausser durch

Gehalt an Zucker und Nichtzucker durch Farbenton und Gestalt der Blätter. Wurzelform und -farbe, Vegetationsdauer.

Der Boden, den die Rübe zu ihrem Wachsthum verlangt, soll tiefgründig und locker sein und trockenen Untergrund haben. Besonders geeignet ist ein auf Mergel ruhender Diluvialboden mit verwittertem Feldspath und Phosphaten. Ständige Lockerung des Bodens gestattet den Zutritt von Luft und Feuchtigkeit; bearbeitet wird der Boden jedoch hauptsächlich nur im Herbst, im Frühjahr möglichst wenig. Die Düngung hängt nach Qualität und Quantität von der Art des Bodens ab. Stickstoff und Phosphorsäure (als Stalldünger, Guano etc. zugeführt) werden in Mengen von ca. 20 kg (Stickstoff) resp. 100 kg (lösliche Phosphorsäure) per 1 ha verlangt. Von Kali (K_2O) sind in 5000 kg Rüben ca. 15 kg enthalten: daher muss mit löslichen Kalisalzen gedüngt werden, wenn der Boden dieselben nicht enthält. Wenn dem Boden nicht die genügenden Mengen Kalisalze zugeführt werden, so tritt bei fortgesetztem Rübenbau die „Rübenmüdigkeit“ desselben ein; Düngung mit Kaliumsulfat und Kaliumchlorid nach erfolgter Ernte beseitigt diesen Zustand.

Krankheiten der Pflanze werden durch zahlreiche vegetabilische und animalische Parasiten hervorgerufen, die Wurzel und Blätter benagen; sehr gefährlich ist besonders die Rübennematode, die bei Rübenmüdigkeit auftritt.

Die Aufbewahrung der Rüben erfolgt zum Schutz gegen die Einflüsse der Witterung in den Miethen, d. h. in Erdgruben, in welchen man die Rüben aufhäuft und mit Erde bedeckt. Hier sollen sie sich nicht erwärmen, müssen aber auch vor Frost geschützt sein. Gefrorene Rüben sollen stets langsam aufgethaut werden, da sie sonst leicht faulen (vergl. auch bei Kartoffelmiethen S. 314). Durch die Aufbewahrung findet stets ein Substanzverlust an Zucker statt.

Die Zusammensetzung der Rübe ist im Durchschnitt folgende:

Zuckerführendes Wasser	90,3 %
Zuckerfreies Wasser [1])	5,0
Mark	4,7

Das Mark, der in Wasser unlösliche Theil der Rübe, besteht im Wesentlichen aus dem Parenchymgewebe, in welchem der Zuckersaft enthalten ist, den Gefässbündeln und Oberhautzellen; es besteht im Durchschnitt aus

Arabinsäure (Metapektinsäure oder Rübengummi)	35 %
Pararabin	50
Cellulose, Fett, Albumin und Mineralsubstanzen	15

Der Zuckersaft selbst hat durchschnittlich folgende Zusammensetzung:

Wasser		84 %
Zucker		14
Nichtzucker.	a) Organische Stoffe	1,5
	b) Anorganische Stoffe	0,5

Demnach ist die Zusammensetzung der Rübe folgende:

Zucker	13 bis 14 %
Löslicher Nichtzucker	2 - 3 „
Mark	4 - 5 „
Wasser	78 - 80 „

Die äusseren Einflüsse bei der Kultur, insbesondere die Boden- und Düngungsverhältnisse, können sich derart bemerkbar machen, dass auf demselben Feld Rüben von 10 und von 20 % Zucker [2]) neben einander gezogen werden.

Von organischen stickstofffreien Nichtzuckerstoffen enthält die Rübe Salze von Citronensäure, Oxalsäure, Gerbsäure und Weinsäure.

Raffinose (Pluszucker $C_{18}H_{32}O_{16} + 5H_2O$), ein stark rechtsdrehender Zucker, begleitet die Saccharose regelmässig und bewirkt bei der Polarisation einen schein-

[1]) Im Mark nach Scheibler's Untersuchungen gleichsam als Hydratwasser enthalten.

[2]) In Deutschland werden in der Provinz Sachsen und den angrenzenden Staaten die zuckerreichsten Rüben gezogen; im Osten und Westen ist der Zuckergehalt geringer.

baren Gehalt über 100 %. In der Melasse angereichert, hemmt er die Krystallisation des Zuckers, vergl. Ch. Z. 1894.

Stickstoffhaltige Bestandtheile sind insbesondere Eiweiss, Glutamin, Asparagin und Betain.

Der Werth der Rübe hängt nicht nur von dem Zuckergehalt des Saftes, sondern auch von seiner Reinheit ab. Man kennzeichnet daher jenen Werth durch den Reinheitsquotienten, d. h. die Menge Zucker in 100 Thln. Trockensubstanz des Saftes. Der Nichtzucker verringert den Werth der Rübe in doppelter Beziehung, da er die Ausbeute verringert und die Arbeit erschwert. Zum Vergleich verschiedener Säfte hat Stammer die Werthzahl eingeführt: das Produkt aus Reinheitsquotient und Zuckergehalt, dividirt durch 100.

I. Waschen und Zerkleinern der Rübe.

1. Waschen. Aus den Magazinen gelangen die Rüben zweckmässig in Schwemmrinnen, in welchen sie mit Abwasser, Kondenswasser etc. gereinigt und in die Fabrik transportirt werden. Ein Paternosterwerk führt sie dann im Waschhaus der Waschmaschine zu. Diese wurde früher gewöhnlich als Trommelwaschmaschine konstruirt, während man neuerdings vielfach ohne Trommel arbeitet; eine Konstruktion der Böhmisch-mährischen Maschinenwerke (Prag;

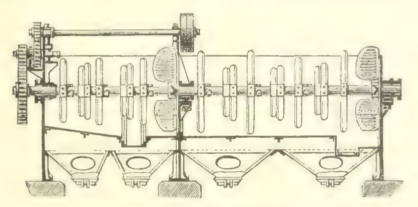


Fig. 165. Quirlwaschmaschine.

Patent Wiesner), die sogen. Quirlwaschmaschine, zeigt Fig. 165. Sie enthält einen getheilten Trog, in dem sich eine Welle mit mehreren schraubenförmig auf derselben befestigten Quirlen dreht; unten befinden sich selbstthätig sich öffnende Auslassstutzen. Die in den Apparat hineingelangenden Rüben werden langsam durch den Trog hindurchgeführt und hier von Stroh, Laub, Sand, Lehm etc. befreit; der Schmutz wird durch die Ablassstutzen entfernt. Auswurfkörbe werfen die Rüben aus der ersten Abtheilung in die zweite und andere entfernen sie aus dieser. Die gewaschenen Rüben befreit man meist durch ein Schüttelsieb von dem anhaftenden Wasser und wägt sie dann. Die Waschwasser lässt man absetzen und verwendet sie zum Schwemmen.

2. Die Zerkleinerung der Rüben zu einem möglichst feinen Brei musste so lange erfolgen, als man den Saft durch Pressen, Centrifugieren oder Auslaugen zu gewinnen suchte. Für das zur Zeit fast ausschliesslich [1])

[1]) In Deutschland arbeiteten:

1871/72	von 311	Fabriken	58	nach dem Diffusionsverfahren
1875/76	„ 332	„	157	„ „ „
1890/91	„ 401	„	398	„ „ „

zur Saftgewinnung benutzte Diffusionsverfahren zerschneidet man die Rüben in lange, dünne Schnitzel von 0,5 bis 1 mm Dicke. Aeussere Ansicht und Durchschnitt einer Schnitzelmaschine veranschaulicht Fig. 166. Der wesentliche Theil des Apparates ist die Messerscheibe C, welche die in einem Kasten befindlichen Schnitzelmesser trägt; solcher Messerkasten sind 6 bis 12 in entsprechenden Oeffnungen der horizontalen Scheibe mit Schrauben befestigt. Damit aus den Rüben Schnitzel geschnitten werden, stehen die Messer, ähnlich wie bei einem Hobel, einer Vorlage (Schiene) gegenüber; der zu regulirende Zwischenraum zwischen Messer und Vorlage bedingt die Dicke der Schnitzel.

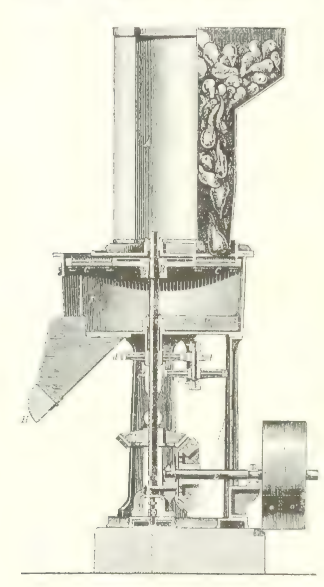


Fig. 166. Schnitzelmaschine.

Die durch den Trichter A eingeschütteten Rüben drücken mit ihrem Gewicht auf die schnell rotirenden Messer, die sie rasch zerschnitzeln und in das Gehäuse F schleudern. Der Bewegungsmechanismus ist folgender: Welle E mit Zahnrad b treibt Welle D mit Zahnrad b_1. Durch die Zahnräder c und c_1, sowie d und d_1 wird langsam die Scheibe f bewegt, welche die Schnitzel aus F nach dem Trichter G schiebt, von wo sie in einen Wagen fallen.

Der untere Theil des Trichters bildet einen aufzuklappenden Deckel H, mit welchem während der kurzen Zeit des Wagenwechsels

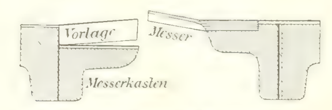


Fig. 167. Messer und Vorlage der Schnitzelmaschine.

die Oeffnung des Trichters verschlossen wird, um ein Umherstreuen der Schnitzel zu vermeiden.

Die Lage von Messer und Vorlage erhellt aus Fig. 167; bei der deutschen Form ist das Messer fest angebracht und die Vorlage verschiebbar, bei der österreichischen Form verhält es sich umgekehrt. Die aus Stahlplatten gefrästen Messer werden in den verschiedensten Gestalten hergestellt. Man kann nach Steydn (Zuckerfabrikation, Wien 1893) im Wesentlichen unterscheiden:

Fig. 168. Fingermesser.

a) Messer mit halbem Schnitt: hierher gehören die Fingermesser (Fig. 168); jeder Finger stösst ein Stück Rübe heraus und lässt ein gleich grosses (dem Zwischenraum zwischen zwei Fingern entsprechend) stehen; das Messer wirkt halb-

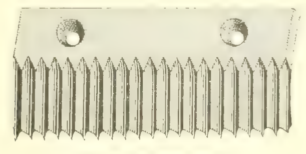


Fig. 169. Dachrippenmesser.

schnittig. In je zwei folgenden Kästen sind die Messer um eine Fingerbreite verschoben, so dass die vom ersten Messer zurückgelassenen Stümpfe vom zweiten entfernt werden. Auch die Königfelder

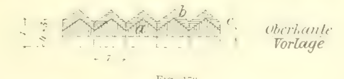


Fig. 170.

Messer, die Schnitte von grösserer Oberfläche liefern, wirken nur halbschnittig.

b) Messer mit ganzem Schnitt sind die Dachrippenmesser (Fig. 169); sie liefern Schnitte von der Form Fig. 170. Sehr gerühmt

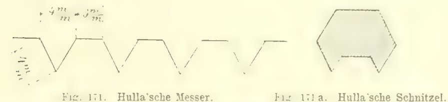


Fig. 171. Hulla'sche Messer. Fig. 171 a. Hulla'sche Schnitzel.

werden ferner die Hulla'schen Messer (Fig. 171), die Schnitzel von grosser Oberfläche ergeben (Fig. 171 a).

Manche Vortheile vor den Rübenschnitzelmaschinen nach Art der geschilderten soll die von F. Rassmus (Magdeburg) konstruirte Centrifugalschneidemaschine haben, bei der die Rüben gegen die feststehenden Messer geschleudert und dadurch zerschnitten werden.

II. Saftgewinnung.

1. Das Diffusionsverfahren ist in die Zuckerindustrie von Robert (Selowitz) eingeführt worden. Es begründet sich auf folgenden Vorgang: Befindet sich ein durch eine thierische oder pflanzliche Membrane verschlossenes Gefäss *A* mit Zuckerlösung in einem Gefäss mit Wasser *B*, so wandern Zuckermoleküle von *A* nach *B* (Exosmose) und Wassermoleküle aus *B* treten in *A* ein (Endosmose). Dieser Vorgang — Membrandiffusion oder Osmose — findet so lange statt, bis ein Ausgleich der spezifischen Gewichte der Flüssigkeiten stattgefunden hat.

Die Eigenschaften des Zuckers theilen alle krystallisationsfähigen Körper (Krystalloide), während die nicht krystallisirenden Kolloide (Gummi, Pektinstoffe, Eiweiss) die Membranen nahezu gar nicht durchdringen.

Die Rolle jenes Gefässes *A* mit Membranen spielt jede einzelne Zelle der Rübe. Obwohl praktisch eine Zerkleinerung der Rüben in Einzelzellen nicht durchführbar ist, erhält man doch durch die Zertheilung in dünne Lamellen Zellenreihen, in welchen allmählich dieselben Diffusionsvorgänge wie in Einzelzellen sattfinden.

Die Geschwindigkeit, mit welcher der Zucker die Zellen verlässt, hängt ab von:

a) der Konzentration des Zuckersaftes und ist um so geringer, je mehr dieselbe durch Wasserzutritt abnimmt;

b) der Art der Membran; je leichter sich dieselbe mit Zuckerlösung vollsaugt, um so schneller diffundirt die Flüssigkeit;

c) der Temperatur, insofern in der Wärme die Diffusion am leichtesten stattfindet.

Der Prozess, wie er in der Praxis durchgeführt wird, beruht demnach im Prinzip darauf, auf die Rübenschnitzel in mehreren geeigneten Gefässen (Diffuseuren) warmes Wasser einwirken zu lassen und den erhaltenen Saft abzuführen. Eine Anzahl der cylindrischen, allseitig geschlossenen Metallgefässe, die einen doppelten Boden, ein oberes Zuleitungs- und ein unteres Ableitungsrohr haben, sind zu einer Diffusionsbatterie neben einander gestellt.

Das Wasser fliesst in Gefäss 1 ein, die verdünnte Zuckerlösung dringt nach Gefäss 2, 3 etc. und verlässt den letzten Diffuseur in ziemlich konzentrirtem Zustand. Ist das Gefäss 1 ausgelaugt, so entfernt man die Schnitzel, füllt frische ein und schaltet das Gefäss als letztes in die Batterie ein; reines Wasser fliesst jetzt zuerst nach 2 etc. In dieser Weise verläuft der Kreisvorgang, bis sämmtliche Schnitzel von Zucker befreit sind.

An jedem Diffuseur sind folgende Rohrleitungen angebracht: a) zum Speisen mit Wasser (Wassertour); b) zum Ableiten des Scheidesaftes, d. h. des am meisten konzentrirten Saftes (Scheidepfannentour); c) zum Ableiten des Wassers, das die erschöpften Schnitzel bedeckt (Schnitzelwassertour); d) zum Abdrücken des Schnitzelwassers.

Als Uebersteiger funktionirt ein vertikales Rohr, das den Boden eines Diffuseurs mit dem oberen Theil des folgenden verbindet. In

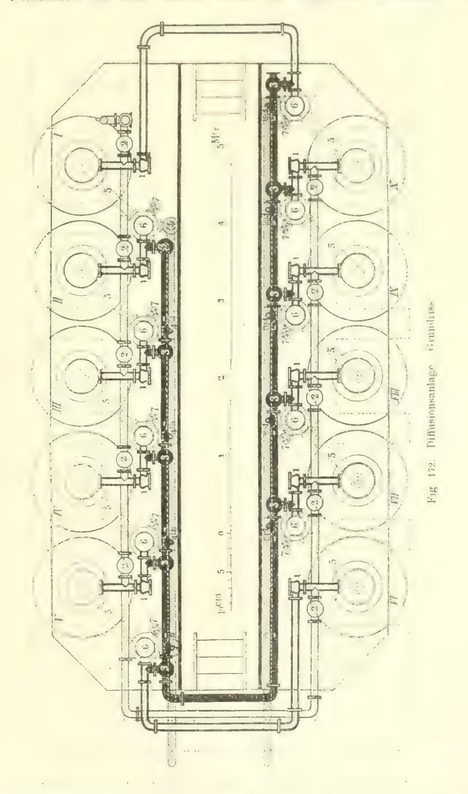
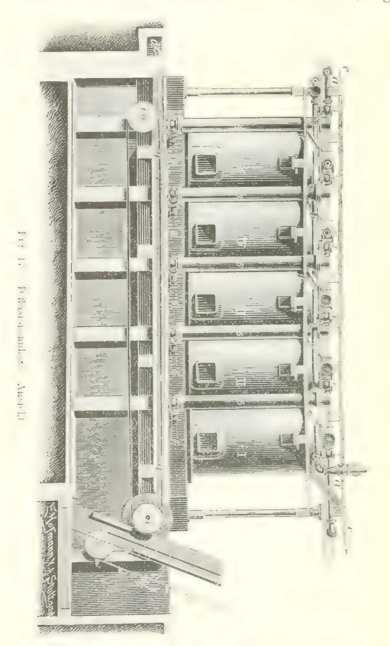


Fig. 172. Diffusionsanlage. Grundriss.

der abgebildeten Batterie (Fig. 172) dient der Uebersteiger zum Erwärmen des Saftes als Calorisator. Zu dem Ende ist der Ueber-

steiger aus mehreren engen Messingröhren zusammengesetzt, die in einem weiten, von Dampf erwärmten Eisenrohr liegen; beim Austritt aus dem Dampfmantel treten die einzelnen Röhren wieder zu einem einzigen Rohr zusammen.

Fig. 172 zeigt eine **Diffusionsbatterie mit zehn cylindrischen Gefässen und Calorisatoren** im Grundriss, Fig. 173 in



einem Längendurchschnitt durch die Mitte des Grundrisses und Fig. 174 in einem Querdurchschnitt (Stohmann, Zuckerfabrikation).

Die Diffuseurs sind in zwei Reihen aufgestellt und mit fortlaufenden Nummern *I* bis *X* bezeichnet. Etwas seitlich von jedem Diffusionsgefässe ist der Calorisator aufgestellt, dessen innere Einrichtung sich aus den Durchschnitten in Fig. 174 ergibt. Die Calorisatoren sind mit *6* bezeichnet. Vom Boden eines jeden Gefässes geht das

Abflussrohr *5* aus und dieses mündet im unteren Theile des Calorisators, wo es sich in die sieben Wärmeröhren theilt. Die Calorisatoren haben gleiche Höhe wie die Diffusionsgefässe. Am Kopfende eines jeden Calorisators ist ein rechtwinkelig gebogenes Rohr, der Uebersteiger *a*, angesetzt, welcher den Calorisator mit dem nächstfolgenden Gefässe verbindet. An der kreisförmigen Biegung trägt der Uebersteiger das liegende Absperrventil *1*. Die Form des Uebersteigers *a*

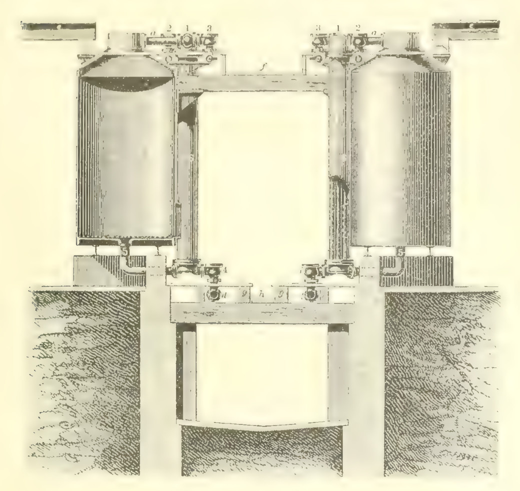


Fig. 171. Diffusionsanlage.

ergibt sich deutlich aus dem Grundriss Fig. 172, sein Eintritt in den Hals der Gefässe aus Fig. 174.

Die Verbindung der sich gegenüberstehenden Gefässe *V* und *VI*, sowie die der Gefässe *X* und *I* ist so hergestellt, dass der Calorisator rechts neben dem Gefäss *V* steht; das von diesem sich abzweigende Uebersteigrohr ist bedeutend verlängert und macht dabei drei rechtwinkelige Biegungen, ehe es in das gegenüberstehende Gefäss *VI* eintritt; das Ventil 1 des Uebersteigers liegt gerade vor dem Gefäss *VI*. Auf ganz gleiche Weise kommunizirt Gefäss *X* mit *I*. Der Calorisator steht rechts neben *X*, das verlängerte Uebersteigrohr macht drei knieförmige Biegungen, bis es in dem Hals des Gefässes *I* mündet; das Ventil des Uebersteigers liegt gerade vor dem Hals von *I*.

Dicht unter dem Uebersteigrohr liegt die Wasserröhrentour *b* und die Scheidepfannenröhrentour *c*. Beide liegen in einer Ebene; um beide in Fig. 173 sichtbar zu machen, ist die die Wasserröhrentour verdeckende Scheidepfannenröhrentour an einzelnen Stellen abgebrochen gezeichnet.

Die Wasserröhrentour liegt den Diffusionsgefässen zunächst, sie beginnt bei Gefäss *I* und kommt dort von einem hochstehenden Reservoir. Sie geht an den Gefässen *I* bis *V* entlang, biegt dann um, geht wieder an den Gefässen *VI* bis *X* entlang und endet am Gefäss *X*.

Die Scheidepfannentour nimmt ihren Anfang neben dem Calorisator von Gefäss *I*, geht an *I* bis *V* entlang, biegt hier um, geht von Gefäss *VI* bis *X* und ist hier in einem, in der Zeichnung nicht mehr sichtbaren Rohr bis zu den Scheidepfannen verlängert.

Die Wasserröhrentour hat vor jedem Gefäss ein stehendes Ventil 2, welches es ermöglicht, die Zuleitung zu jedem Gefäss herzustellen und zu unterbrechen. Die Verbindung mit den Gefässen wird dadurch bewirkt, dass ein von der Hauptröhre abgezweigter kurzer Rohrstutzen in den Schenkel des knieförmigen Uebersteigers einmündet, welcher in das Diffusionsgefäss eintritt (vergl. Fig. 172).

Auf ähnliche Weise ist die Scheidepfannentour mit jedem Gefässe verbunden; doch kommunizirt sie mit dem unteren Theile der Gefässe, während die Wassertour mit dem oberen Theil in Verbindung steht; denn die Bewegung der Säfte soll so erfolgen, dass das Wasser oben eintritt, die Säfte unten verdrängt, in dem Calorisator in die Höhe treibt und sie dann dem nächsten Gefässe oder der Scheidepfanne zuführt.

Auf eine Verwendung des Schnitzelwassers ist die abgebildete Batterie nicht eingerichtet. Zur Ableitung dienen die unterhalb an der vorderen Seite der Calorisatoren liegenden beiden Röhrentouren *d*, von denen die eine vor den Gefässen *I* bis *V* liegt, während die zweite ihren Anfang vor Gefäss *X* nimmt und neben *V* in derselben Rinne (Fig. 173 und 174) endet; durch kurze Rohrstutzen, die durch die Ventile 4 dicht verschliessbar sind, stehen die Schnitzelwasserröhren mit dem unteren Ende der Calorisatoren in Verbindung.

Die Heizung der Calorisatoren erfolgt durch in den Mantel derselben oben einströmenden Dampf; das dabei im Mantel kondensirte Wasser fliesst durch eine Retourleitung ab. Die Dampfleitung und die Retourleitung sind nicht abgebildet; die Ventile der Dampfleitung sind in Fig. 172 mit 7 bezeichnet.

Die oberen Mannlöcher der Gefässe sind von einem an beiden Reihen entlanglaufenden Podium *ee* leicht zugängig, auf diesem liegt das Schienengeleis, welches die Verbindung der Gefässe mit der Schnitzelmaschine herstellt. Ein zweites, von Querbalken getragenes Podium *ff* befindet sich zwischen den beiden Reihen der Gefässe, etwas tiefer als *e*; von hier aus sind die Ventile 1, 2, 3 leicht zu erreichen und zu übersehen. Ein drittes Podium *g* ist unterhalb der Ventile 4 angebracht.

Von diesem dritten Podium werden durch eine mechanische Vorrichtung zugleich die erschöpften Schnitzel fortgeschafft. Hierzu dient eine vertiefte Rinne *h* (Fig. 173 und 174), auf deren Boden sich ein endloses Gewebe in der Richtung der beiden Pfeile (Fig. 173) bewegt. Dasselbe ist um die Spannwalzen *ii'* geschlungen, von denen *i* durch eine seitlich angeordnete Riemenscheibe in Bewegung versetzt wird.

Die aus den unteren Mannlöchern herausgezogenen Schnitzel fallen zunächst auf das Podium *g* und brauchen dann nur in die Rinne *h* gekehrt zu werden, wo sie von dem endlosen Gewebe mitgenommen werden und auf ein zweites endloses Tuch *l* fallen, um hier von den kleinen Kästen *m* weiter befördert zu werden.

Den Betrieb in den Diffusionsapparaten beschreibt Lintner (Landw. Gewerbe) folgendermassen:

Nachdem an sämmtlichen Gefässen alle Mannlöcher und Ventile geschlossen worden sind, werden drei Diffuseure *I*, *II*, *III* (resp. *VIII*, *IX*, *X*) mit warmem Wasser gefüllt. In das Gefäss *I* strömt das Wasser direkt aus dem Reservoir, während der Lufthahn in dem oberen Mannlochdeckel geöffnet ist. Sobald der Diffuseur gefüllt ist, schliesst man den Lufthahn, öffnet das Uebersteigventil und lässt das Wasser durch das Uebersteigrohr aus *I* in den Diffuseur *II* treten. Auf diesem Wege wird das Wasser durch den Calorisator auf eine Temperatur von 65° gebracht. In gleicher Weise lässt man dann die Flüssigkeit nach *III* fliessen, wobei sie durch den Calorisator *II* auf 75° erwärmt wird. Durch Regulirung des Dampfes und der Geschwindigkeit der Wasserbewegung wird Sorge getragen, dass jene so lange als nöthig konstant bleiben. Das Gefäss *II* enthält schliesslich Wasser von 60°, *III* solches von 70°. Nun wird Gefäss *IV* durch das obere Mannloch mit Schnitzeln, welche direkt von der Schneidemaschine kommen, gefüllt. Nach der Füllung von *IV* werden auch die übrigen Gefässe nach einander mit Schnitzeln beschickt. Nach dem Schliessen des Mannloches und Oeffnen des Lufthahnes lässt man das warme Wasser aus Gefäss *III* von unten zu den Schnitzeln in *IV* eintreten. Zu dem Behufe muss das Wasser folgenden Weg zurücklegen: Von dem Gefässe *III* durch den Calorisator von unten nach oben, dann in die Scheidesaftlösung, aus dieser durch den Calorisator von *IV* von oben nach unten zu den Schnitzeln in *IV*. Die Thermometer in den Calorisatoren zu *III* und *IV* zeigen dabei 80°. Sobald durch die Berührung mit warmem Wasser die protoplasmatische Substanz in den Rübenzellen koagulirt ist, beginnt der Diffusionsprozess, und das in den Schnitzeln emporsteigende Wasser nimmt Zucker und andere lösliche Stoffe auf. Ist der Diffuseur gefüllt, was man daran erkennt, dass etwas Flüssigkeit aus dem Lufthahn herausgedrückt wird, so leitet man den Saft alsbald von unten in das Gefäss *V* und zwar durch die entsprechenden Theile der Leitung auf dem gleichen Wege wie vorhin. Dabei wird durch den auf *I* lastenden Wasserdruck der Inhalt des Gefässes von *I* nach *II*, der von *II* nach *III* und der von *III* nach *IV* gedrückt. Indem der Saft in *V* aufsteigt, reichert er sich von Neuem mit Zucker an und wird nun schon konzentrirter in das Gefäss *VI* getrieben.

Ist der Saft in *VI* oben angekommen, so wird er nicht mehr auf ein neues Gefäss gedrückt, sondern nach der Scheidepfanne geschickt. Durch den Wasserdruck von Gefäss *I* aus wird der Saft von *VI* nun in die Messgefässe, durch welche die Menge des Saftabtriebes festgestellt wird, befördert, während das Gefäss *VI* sich mit dem Inhalt von *V* füllt etc. Dieser erste Saft ist von geringerer Konzentration als der bei regelmässigem Betriebe sich ergebende.

Nachdem der Scheidesaft aus *VI* abgezogen ist, wird das Hauptventil an der Scheidesaftleitung wieder geschlossen und der neue Saft

aus VI nach dem inzwischen mit Schnitzeln beschickten Gefäss VII gedrückt. Der Saft aus VII wird wieder zur Scheidung abgetrieben. Dann werden der Reihe nach die Gefässe VIII, IX und X angeschlossen und mit dem aus ihnen erhaltenen Saft in gleicher Weise verfahren. Bevor man jedoch das Gefäss X in Angriff nimmt, wird Gefäss I abgesperrt und das darin enthaltene Wasser durch den Ablaufhahn entfernt, damit nun die Beschickung mit Schnitzeln erfolgen kann. Nachdem man das Wasserventil von II geöffnet, lastet nun der Wasserdruck auf diesem Gefässe und der Saft wird von IX nach X gedrückt. Der Saft von X geht wieder nach der Scheidepfanne, worauf der Wasserdruck auf III gestellt und I in den Betrieb gezogen wird u. s. f.

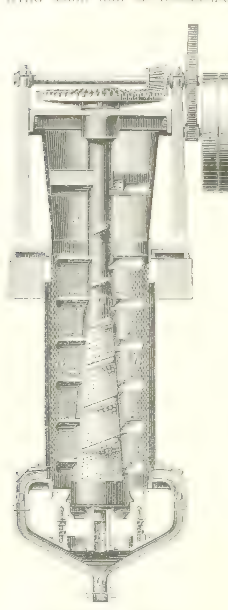


Fig. [illegible].
Kleemann's Schnitzelpresse.

Wenn das Gefäss III mit Schnitzeln gefüllt ist, so ist die Batterie völlig im Gange und es beginnt der regelmässige Betrieb. Gefäss IV, welches zuerst mit Schnitzeln beschickt zur Diffusion kam, muss nun entleert und von Neuem gefüllt werden. Die Entleerung des Gefässes geschieht durch das untere Mannloch bei geöffnetem Lufthahn. Der grösste Theil der Schnitzel stürzt mit dem Wasser heraus. Der Rest wird bei geöffnetem Abflussventil möglichst rasch entfernt und der Siebboden sorgfältig gereinigt. Nachdem das Mannloch und das Ablaufventil wieder geschlossen, kann das Gefäss von Neuem beschickt werden. Während der Entleerung und Neufüllung von IV lässt man den Saft in III von unten eintreten und drückt ihn darauf nach der Scheidepfanne ab. Letzteres soll gerade beendet sein, wenn IV mit frischen Schnitzeln gefüllt ist, damit sofort der Eintritt des Saftes in IV von unten erfolgen kann. Man trägt auf diese Weise dafür Sorge, dass keine Stockung in der Saftbewegung eintritt. Es gilt nämlich als Regel, die Säfte in der Batterie in gleichmässigem Fluss zu erhalten, wobei die Saftströmung in den älteren Gefässen von oben nach unten und nur in dem frisch hinzukommenden von unten nach oben stattfindet. Sobald daher der Scheidesaft aus einem Gefässe abgedrückt ist, muss das nächste für den Eintritt des Saftes von unten bereit sein, und sobald der Saft oben angekommen, muss er sofort zur Scheidepfanne ab-

gedrückt werden. Bei einer Batterie von 10 Gefässen stehen — im regelmässigen Betriebe — nicht mehr als 2 Gefässe ausserhalb der Saftbewegung, nämlich eines, um gefüllt, das andere, um entleert zu werden. Besteht die Batterie aus 9 Gefässen, so sind stets 8 Gefässe in der Auslaugung begriffen.

Die Menge des Saftabzugs beträgt ca. 160 l per 100 kg Rüben. Neben Zucker gehen viel Salze und Markbestandtheile der Rübe in Lösung, weshalb der Saft um so unreiner sein wird, je langsamer er zirkulirt und je heisser die Gefässe sind.

Die mittlere Zusammensetzung des Saftes war in einer neungliederigen Batterie nach Cerny (W. J. 1888) folgende:

Diffuseur Nr.	Sacchari-metergrade	Polari-metergrade	Quotient	Polarisations unterschied vor und nach d. Saftabzug	Temperatur des Saftes
I	0,15	0,10	66,0	0,19	54
II	0,49	0,29	61,0	0,38	65
III	1,06	0,67	63,2	0,73	79
IV	1,90	1,40	73,6	1,00	84
V	3,06	2,40	80,0	1,60	85
VI	4,82	4,04	83,8	2,00	85
VII	7,36	6,04	82,0	1,3	85
VIII	9,54	7,78	81,6	0,5	55
IX	wird gefüllt				

Die ausgelaugten Schnitzel dürfen nicht mehr als 0,4 % Zucker enthalten.

Verarbeitung der Diffusionsrückstände. Die Schnitzel sind in dem Zustand, wie sie aus den Diffuseuren kommen, sehr wasserreich und enthalten nur ca. 5 % Trockensubstanz. Um sie als geeignetes Futtermittel verwenden zu können, müssen sie gepresst werden. Als sehr zweckmässig hat sich die Klusemann'sche Presse erwiesen, von der Fig. 175 eine Ausführung der Braunschweigischen Maschinenfabrik zeigt. Die Schnitzel werden durch eine Transportvorrichtung in den Trichter *A* geworfen, passiren den durchbrochenen Cylinder *B* und werden hier von dem durchlochten Konus *C*, der schraubenförmig mit Messern besetzt ist, zusammengepresst. Das Wasser, welches aus *B* herausgedrängt wird, fliesst durch die Leitung *D* ab; aus dem Innenraum des Konus dringt es durch Rohr *E*. Die Rübenschnitzel fallen bei *F* heraus; bei *G* vereinigt sich das aus *D* mit dem aus *E* fliessenden Wasser.

Von anderen Konstruktionen erzielt die verbesserte Presse von Bergreen noch günstigere Betriebsresultate. Man erhält mit ihr aus 100 kg Rüben 30 kg Presslinge mit 11 bis 12 % Trockensubstanz.

Nach Schwackhöfer enthalten Presslinge:

Bestandtheile	Maximum %	Minimum %	Mittel %
Eiweissstoffe	1,26	0,63	0,89
Rohfaser	3,25	1,73	2,39
Fett	0,07	0,03	0,05
Sonstige stickstofffreie Stoffe	8,94	4,27	6,32
Asche	0,70	0,31	0,58
Wasser	93,01	85,59	89,77

Da nur ein Theil der Schnitzel direkt verfüttert werden kann, muss die Hauptmenge konservirt werden. Die Aufbewahrung in Miethen hat zahlreiche Nachtheile. Nicht nur treten durch Gährungs- und Fäulnissprozesse Verluste ein, die nach Märcker durchschnittlich 33 % betragen, sondern die eingemietheten, eingesäuerten Schnitzel stellen auch ein geringwerthigeres Futter als die frischen dar: ca. 20 % der Trockensubstanz ist in Säure übergegangen und ca. 10 % des Stickstoffs ist in den gemietheten Schnitzeln als Nichteiweiss enthalten.

Am vortheilhaftesten gestaltet sich das Trocknen der Schnitzel nach dem System von Büttner & Meyer (vergl. Märcker und Morgen, Getrocknete Diffusionsrückstände. Berlin 1891), das die Schnitzel in die zur Verfütterung geeignetste Form bringt (s. auch D.R.P. Nr. 52578; ferner bei der Trocknung von Pülpe, Schlempe, Treber).

2. Andere Verfahren zur Saftgewinnung. α) Pressverfahren. Die Rüben werden bei diesem ältesten Verfahren ähnlich wie bei den Kartoffeln beschrieben, zu einem Brei zerrieben, welcher in hydraulischen Pressen partienweise oder in Walzenpressen kontinuirlich ausgepresst wird. In Bezug auf Raum, Betriebskraft und Intelligenz der Arbeiter hat das Verfahren dem obigen gegenüber Nachtheile; auch ist das Arbeiten unsauberer.

In französischen Fabriken wird der Saft vielfach auf den Rübenfeldern selbst durch Walzenpressen gewonnen und nach Zusatz von 1 % Kalk durch unterirdische Leitungen in die Centralfabrik geschafft (W. J. 1884. 915).

β) Die Maceration besteht in einem systematischen Auslaugen des wie unter α erhaltenen Breies.

γ) Centrifugiren. Der Rübenbrei wird ausgeschleudert und der Schleuderrest nach dem Waschen mit Wasser nochmals in gleicher Weise behandelt. Der Zuckerverlust lässt sich auf 0,16 % vom Gewicht der Rüben herabdrücken. Die Gefährlichkeit des Betriebes der Centrifugen ist dem Verfahren nachtheilig.

Der in einer der obigen Weisen erhaltene Saft muss zur Entfaserung nachgesiebt werden.

III. Saftreinigung

1. Scheidung und Saturation. Zur Entfernung der im Saft vorkommenden Säuren, Farb-, Eiweiss- und Schleimstoffe und sonstiger Verunreinigungen, die insbesondere die Krystallisationsfähigkeit des Zuckers beeinträchtigen, behandelt man den Saft in der Wärme mit

gebranntem Kalk (Scheidung) und entfernt dessen Ueberschuss mit Kohlensäure, weiterhin mit schwefliger Säure (Saturation).

Andere Mittel, die zur Scheidung empfohlen sind, wie: Kalk und Thonerdesulfat, Thonerde und Kieselsäure, Eisenoxydhydrat, Gyps, Sulfitlösung und Magnesiumsulfat, Alkohol, kolloidale Thonerde etc., haben sich in der Praxis als unbrauchbar erwiesen.

Während nach dem älteren Verfahren zuerst mit Kalk geschieden und dann mit Kohlensäure saturirt wurde, kombinirt man seit etwa 1867 meist beide Verfahren und saturirt mit schwefliger Säure nach (Saturationsscheidung).

Der Vorgang bei der Scheidung ist folgender: Der Kalk der Kalkmilch geht zunächst in die zur Reaktion geeignetere Form des Calciumsaccharats über, und die organischen Säuren werden als unlösliche Kalksalze gefällt; ebenso ein Theil der mineralischen Substanzen der Rübe. Asparagin, Glutamin und ähnliche stickstoffhaltige Bestandtheile bilden Ammoniak und Amidosäuren. Der Farbstoff wird zersetzt und ebenfalls gefällt.

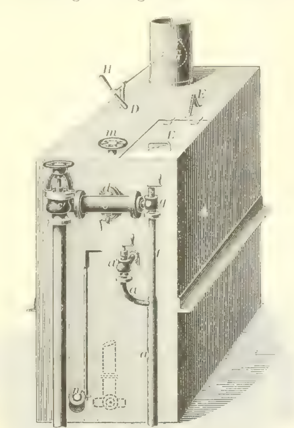


Fig. 176. Saturationspfanne.

Alle Niederschläge bilden gemeinsam mit dem durch Kohlensäure gefällten Calciumkarbonat den Scheideschlamm, nach dessen Entfernung man an Stelle des grauen, schleimigen, trüben, nach Rüben riechenden Diffusionssaftes eine hellgelbe, klare, nach Ammoniak riechende Flüssigkeit erhält.

Der Prozess selber wird bei 60° resp. 80 bis 90° in den Scheide- oder Saturationspfannen vorgenommen, von denen in Fig. 176 und 177 eine Ausführung der Halle'schen Maschinenfabrik abgebildet ist.

A ist der viereckige, eiserne Kasten, dessen Boden *B* ziemlich stark nach vorn geneigt ist, um den Schlamm durch das nahe der Vorderwand befindliche Ablassventil vollständig entleeren zu können. Auf dem festen Deckel *D* ist die Klappe *E* angebracht, welche sich geöffnet gegen den Bügel *E'* lehnt. *F* ist das Dunstabzugsrohr, *G* die Drosselklappe desselben mit dem Handgriff *H*.

aa ist das Hauptdampfrohr mit dem Absperrventil *a'*, aus welchem der Dampf in die mehrfach gewundene Heizröhre *bb* strömt. Das untere Ende der Heizröhre tritt an der Vorderwand des Kastens bei *n*

es und ist hier mit einem Ventil versehen, durch welches Kondensationswasser und nicht verdichteter Dampf in einen Dampftopf gehen.

Die Kohlensäure wird durch das Rohr *c* zugeleitet und kann durch das Ventil *c'* abgesperrt werden; das Rohr *d* führt sie in ein gerades, dicht über dem Boden liegendes Rohr *e*, durch welches sie in die Flüssigkeit strömt. Um den Austritt der Kohlensäure in der ganzen Länge des Rohres *e* möglichst gleichförmig zu machen, sind die Ausströmungsöffnungen der Zahl nach ungleichmässig vertheilt und zwar so, dass in dem ersten Drittel der Länge des Rohres nur eine Reihe Löcher angebracht ist, während sich im zweiten Drittel zwei Reihen und im letzten Drittel drei Reihen befinden; hierdurch wird erreicht, dass an den Stellen, wo der Druck des Gases durch die vorhergehende Ausströmung bereits nachlässt, die geringsten Widerstände zu überwinden sind. Alle Oeffnungen des Rohres sind abwärts gerichtet, damit das Gas alle Theile der Flüssigkeit möglichst bestreicht. Von dem Hauptdampfrohr zweigt sich ein Rohr *f* mit Ventil *g* ab, welches in den ausserhalb des Kastens liegenden, horizontalen Arm des Kohlensäurerohres eintritt, um zugleich mit der Kohlensäure Dampf direkt in die Flüssigkeit treiben zu können. In dem Rohrstutzen *h* sitzt das Ablassventil, dessen Spindel *k* bei *l* in einem Schraubengewinde geht und mittelst des auf dem Deckel befindlichen Handrades *m* gehoben oder gesenkt werden kann (Stohmann).

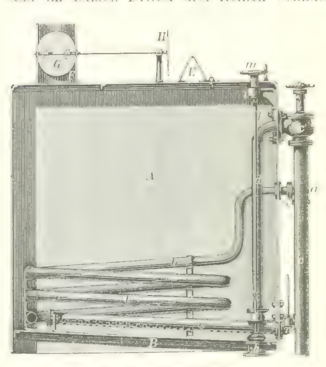


Fig. 177. Saturationspfanne.

Der Betrieb gestaltet sich etwa folgendermassen: Die Pfanne wird mit dem in Calorisatoren (s. S. 421) vorgewärmten Saft halb voll gefüllt und dann mit so viel Kalkmilch versetzt, dass dem Saft von 100 kg Rüben 2 bis 3 kg frischer Aetzkalk entsprechen; hierauf wird Kohlensäure und Dampf eingeleitet, so dass die Temperatur am Schluss noch 85 bis 90° beträgt. Wenn sich in einer Probe der Niederschlag schnell absetzt, so wird mit dem Einleiten der Kohlensäure aufgehört; ein Ueberschuss derselben ist zu vermeiden, da sonst leicht gefällte Nichtzuckerverbindungen wieder in Lösung gehen, — vielmehr muss der Saft nach der ersten Saturation noch schwach alkalisch sein.

Man filtrirt ihn und wiederholt den Prozess 1 bis 2mal; doch verwendet man nur ein Drittel bis ein Viertel der obigen Kalkmenge (0,5 bis 1 kg) und erhitzt fast bis zum Kochen. Saturirt man nur

noch einmal, so entfernt man hierbei sämmtlichen Kalk; soll eine dritte Saturation erfolgen, so bleibt noch 0,06 bis 0,08 % Kalk zurück.

Schweflige Säure wendet man stets dann an, wenn der Saft nicht über Knochenkohle filtrirt wird, sondern nur mechanische Filtration stattfindet.

Der erhaltene Saft reagirt stets durch von vorhandenen Verunreinigungen schwach alkalisch.

Nach Stohmann werden bei doppelter Saturation im Durchschnitt zwei Drittel bis zu drei Vierteln des Nichtzuckers entfernt, mindestens jedoch die Hälfte. Bei vierfacher Saturation ist Kohlefiltration des Saftes überflüssig.

Neuerdings wird von Kuthe & Anders die getrennte Scheidung und Saturation wieder eingeführt und das bei letzterer abfallende Calciumkarbonat mit günstigem Erfolg neben Aetzkalk, Calciumsaccharat etc., bei der Scheidung benutzt. Hierdurch wird nicht nur Kalk und Kohlensäure gespart, sondern der Reinheitsgrad der Säfte soll gleichzeitig etwas vergrössert werden. Nachdem die von der Diffusion kommenden Säfte in geeigneten Vorwärmern bis über diejenige Temperatur erhitzt worden sind, bei welcher das Rübeneiweiss gerinnt, werden sie je nach ihrer Beschaffenheit mit 1 bis 1,75 % Aetzkalk geschieden. Zu gleicher Zeit wird der gefällte kohlensaure Kalk oder Schlamm von den Kohlensäuresaturationen hinzugefügt, und zwar ist es rathsam, sämmtlichen Schlamm, welcher bei der ersten, zweiten und etwaigen weiteren Saturationen abfällt, wieder zu verwenden. Der Saft wird dann unter beständigem Umrühren mit dem Gemenge von Kalk und kohlensaurem Kalk, je nach Beschaffenheit der Säfte, entweder bei 81° geschieden oder kräftig aufgekocht und durch Filterpressen gedrückt. Diese Filtration soll auch bei Verarbeitung der während der Aufbewahrung veränderten Rüben gut und leicht von Statten gehen und bewirkt eine bedeutende Ersparniss an Tüchern gegenüber der Filtration von solchen Säften, welche nur mit Aetzkalk geschieden sind. Der Scheideschlamm wird in den Pressen ausgesüsst und aus der Fabrik entfernt. Der nunmehr klar filtrirte geschiedene Saft, welcher je nach dem Zuckergehalt und der Temperatur der Säfte eine Kalkalkalität von 0,18 bis 0,24 besitzt, wird nur so lange saturirt, bis letztere bis auf 0,02 gesunken ist. Der entstandene weisslichgelbe Schlamm lässt sich leicht abfiltriren; dieser nicht ausgesüsste Schlamm wird zur Scheidung zurückgegeben und genügt bei einigermassen guten Rüben zur Sicherung einer leichten Filtration des Scheideschlammes. Bei schlechten Rüben genügt ein Zusatz von 0,2 bis 0,4 % Aetzkalk (auf Rüben berechnet) in Form von Milch oder Pulver zur ersten oder zweiten Saturation und eine Verwendung des hierdurch erzielten Ueberschusses an gefälltem kohlensaurem Kalk bei der Scheidung, um eine leichte Filtrirbarkeit zu erzielen. Der klare Saft von einer Kalkalkalität von 0,02 wird nun mit Kohlensäure oder Schwefliger Säure wie gewöhnlich weiter behandelt.

Der für die Scheidung und Saturation erforderliche Kalk und die Kohlensäure werden in den Zuckerfabriken selbst hergestellt.

Ein vortheilhafter Ofen hierzu ist der Etagenkalkofen (Patent Dietzsch der Braunschweiger Maschinenbauanstalt), welcher

mit einfacher und doppelter Feuerung gebaut wird; letztere Konstruktion zeigt Fig. 178.

Der Etagenofen gehört im Prinzip zu den Schachtöfen mit senkrechtem Betrieb, deren Vorzug auf der natürlichen Gegenströmung von Wärme und Material beruht, indem sich das zu brennende Gut durch seine Schwere von oben nach unten bewegt, während die Wärme das Gut in entgegengesetzter Richtung durchströmt. Der Etagenofen unterscheidet sich von den Schachtöfen gewöhnlicher Konstruktion dadurch, dass er nicht aus einem einfachen senkrechten Schachtraume,

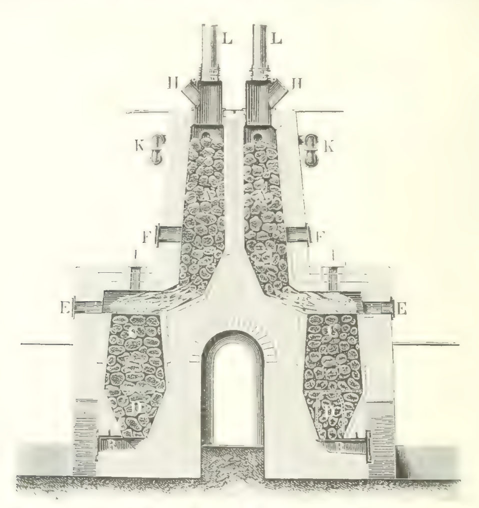


Fig. [illegible] Etagenkalkofen Patent [illegible] Braunschweiger Maschinenbauanstalt.

sondern aus zwei über einander stehenden Schachträumen *A* und *CD* besteht, welche durch einen geneigt liegenden Kanal *B* mit einander in Verbindung stehen. Auf diese Weise entsteht ein senkrechtes Kammerofensystem, bei welchem der untere Schachtraum *CD* im Theile *C* als eigentlicher Brennraum, im Theile *D* dagegen als Kühlraum dient; der obere Schacht *A* funktionirt als Vorwärmer für die frisch eingeführten Kalksteine. Der mittlere Kanal *B* gewährt die Möglichkeit, das Brennmaterial in die Mitte des Systems einzuführen, damit dasselbe in unmittelbarer Nähe des vorgeglühten Materiales verbrannt wird und die vom Brennraume *C* abziehenden Gase den Vorwärmer *A*

erhitzen. *R* ist der Rost in üblicher Konstruktion. *E* die Einfüll- und Arbeitsöffnung für den Schacht *CD*, *H* diejenige für den Schacht *A*, die Oeffnungen *I* und *F* sind Schüröffnungen und dienen gleichzeitig zum Abstossen des etwa im Ofen sich anhängenden Materiales. Die Rohrleitung *K* resp. das Schornsteinrohr *L* dient zum Abziehen des erzeugten Saturationsgases.

Zum Betrieb wird der Schacht *A* (Vorwärmer) durch die Einfüllöffnung *H* von der Sohle des Kanales *B* an bis zum oberen Rande mit Kalk ohne Brennmaterial gefüllt. Der Schacht *CD* wird vermittelst der Oeffnung *E* schichtenweise mit Kalk und Brennmaterial, wie bei den gewöhnlichen Schachtöfen, beschickt und am Roste *R*, auf welchen eine Schicht Brennmaterial unmittelbar zu liegen kommt, in Brand gesteckt.

Ist das Feuer bis zu den oberen Schichten des Brennraumes *C* aufgestiegen und das Brennmaterial im Kühlraum *D* abgebrannt, so hat sich der Inhalt des unteren Schachtes so weit gesenkt, dass oben nachgefüllt werden kann, was wie folgt geschieht: Durch die Oeffnung *E* wird zunächst die Oberfläche des Materiales im Brennraum *C* mittelst eiserner Krücken geebnet und der leere Raum schichtenweise mit frischem Brennmaterial, welches durch die gleiche Oeffnung *E* zugeführt wird, und mit vorgeglühtem Kalk aus dem Vorwärmer *A* gefüllt. Der Betrieb wird in dieser Weise kontinuirlich fortgesetzt, indem von Zeit zu Zeit am Roste *R* gebrannter Kalk abgezogen und der Brennraum in der beschriebenen Weise von Neuem schichtenweise wieder gefüllt wird.

Die zur Verbrennung des Heizmaterials erforderliche kalte atmosphärische Luft strömt durch den Rost *R* in den unteren Schachtraum *CD* ein und gelangt unter der saugenden Wirkung der Kohlensäurepumpe resp. unter dem Drucke der Atmosphäre als mehr oder minder kohlensäurehaltiges Saturationsgas zur Oberfläche des Vorwärmers *A*, von wo das Gasgemenge entweder durch das Schornsteinrohr *L* oder durch die Saugerohrleitung *K* der Kohlensäurepumpe abgeführt wird.

Die Vorzüge des Ofens sind die gute Ausnutzung der Wärme, der kontinuirliche Betrieb und die gleichmässige Zusammensetzung von Kalk und Saturationsgasen. Produzirt werden 10000 bis 30000 kg Aetzkalk in 24 Stunden.

Bevor die Kohlensäure zu den Zuckersäften gelangt, wird sie in besonderen Waschapparaten mit Wasser von Asche etc. befreit und gleichzeitig gekühlt; dann wird sie in die Saturationspfannen gedrückt.

Die schweflige Säure stellt man gewöhnlich durch Verbrennen von Schwefel in geschlossenen Gefässen dar, durch welche man Luft saugt; auch mit Pressluft wird gearbeitet.

Die Schlammpressen oder Filterpressen dienen dazu, den bei der Saturation gebildeten Schlamm vom Saft zu trennen.

Man unterscheidet im Wesentlichen zwei Arten Filterpressen: a) Rahmenfilterpressen, in welchen die feste Substanz in besonderen, zwischen je zwei Filterplatten gehängten Rahmen abgeschieden wird; und b) Kammerfilterpressen, die nur aus Filterplatten bestehen; die feste Substanz (der Kuchen) lagert sich hier in dem zwischen je zwei Platten ausgesparten Raum ab und fällt beim Auseinanderschieben der Presse heraus.

Ferner ist noch zu unterscheiden zwischen Pressen **mit und ohne Auslaugung.**

Die in Fig. 16 (S. 38) abgebildete Presse gehört zu den **Rahmenfilterpressen ohne Auslaugung.** Für die Zwecke der Schlammfiltration ist aber eine Auslaugung unerlässlich nöthig. Eine **Kammerfilterpresse** zu diesem Zwecke, wie sie von der **Halle'schen Maschinenfabrik** gebaut wird, ist in Fig. 179 abgebildet. Die einzelnen Filterplatten (gleichsam eine Kombination der Platten und Rahmen der Rahmenfilterpresse Fig. 16) bestehen aus einer beiderseits kannelirten Platte *a*, auf der nach links und rechts eine gelochte Platte *b* befestigt ist (in Fig. 179 nur als Bruchtheil gezeichnet); bei *c* ist die Zutritts-

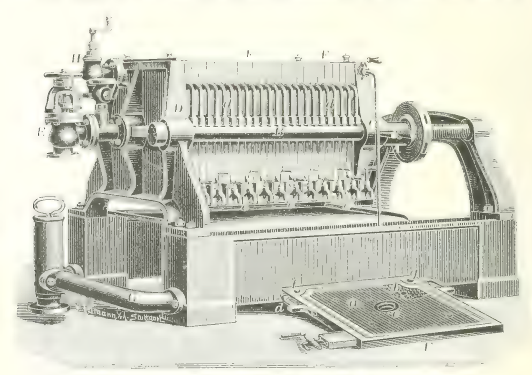


Fig. 179. Kammerfilterpresse von der Halle'schen Maschinenfabrik.

öffnung für den Schlamm. Ueber die gelochte Platte kommen links und rechts Filtertücher, die zwischen die Ränder je zweier auf einander folgender Platten zusammengepresst werden. Damit kein Saft unfiltrirt durch *c* auf die kannelirte Platte gelangt, werden die Lochränder in der Mitte des Tuches dicht an die Filterplatte geschraubt.

Zum Zusammenstellen der Presse hängt man die Einzelplatten *F* mittelst der Knaggen *d* an den Trägern *B* auf und presst sie durch Anziehen des beweglichen Kopfstückes *C* mittelst Schraubenmutter *A* gegen das feste Widerlager *D*. Zwischen je zwei Platten *F* resp. den sie bedeckenden Tüchern ist jetzt eine Filtrirkammer gebildet, von der aus sich der Saft durch das Filtertuch resp. die perforirte Platte *b* gegen die kannelirte Platte *a* ergiesst und von hier in einem Kanal zum Hahn *e* fliesst, von wo er abgelassen wird.

Zugeleitet wird der zu filtrirende Saft durch Rohr *E*, abgeleitet wird das Filtrat durch *G*. Zum **Aussüssen** fliesst Wasser durch *H* ein und durchdringt die Einzelkuchen von *f* nach *g*.

Von der sogen. absoluten Auslaugung, wie sie von A. L. Dehne (Halle a. S.) eingeführt ist, geben Fig. 180 bis 182 eine Vorstellung: die Platten werden neben einander geschaltet, wie Fig. 181 zeigt, die Hähne *f* geschlossen und dann Wasser durch den unteren Kanal *m* unter Druck zugeführt; nach erfolgter Auslaugung des Presskuchens wird es oben durch Kanal *k* abgeführt, während ein durchgehender

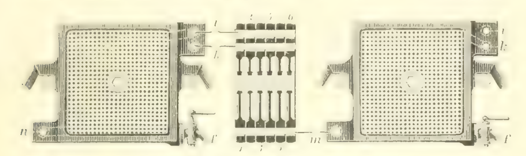


Fig. 180, 181, 182. Filterplatten zur absoluten Auslaugung.

Kanal *i* die Entlüftung bewirkt. Die Kontrole des Gehalts der Ablaufwässer erfolgt in einem besonderen Apparat durch Aräometer; die Menge des Wassers wird in einer Messrinne festgestellt. Der Scheideschlamm wird durch das Aussüssen auf einen Gehalt von 0,5 bis 1 % Zucker gebracht. Wegen seines Reichthumes an Kalk, Phosphorsäure und Stickstoff bildet er zumal für Rübenboden ein werthvolles Düngemittel. Zweckmässig wird er vor der Verwendung noch zerkleinert.

4. **Filtration.** a) **Knochenkohlefilter.** Die früher allgemein übliche Methode, den Dünnsaft wie auch den durch Abdampfen aus ihm gewonnenen Dicksaft über Knochenkohle zu filtriren, ist in den meisten Rohzuckerfabriken aufgegeben, während sie im Raffineriebetrieb beibehalten ist und dort auch beschrieben werden wird.

Wie Herberger's (Z. f. Rübenzuckerind. **1889**. 279; vergl. Ch. Z. Rep. **1889**. 111) Versuche zeigen, ist allerdings die Kohlefiltration bei geringwerthigem Rübenmaterial rentabler und vermag allein die Folgen von schlechtem Boden oder mangelhafter Saftreinigung gut zu machen; allein die Kostspieligkeit und Umständlichkeit des Betriebes haben das Verfahren um so entbehrlicher gemacht, als in neuerer Zeit durch höheren Kalkzusatz und mehrfache Saturation mit wesentlich reineren Säften wie früher gearbeitet wird.

Die wesentliche Wirkung der Kohle besteht in der Entfernung derjenigen Nichtzuckerstoffe, welche für die nachfolgende Krystallisation schädlich sind.

b) Die **mechanische Filtration** nimmt man zur Entfernung der im Saft noch vertheilten feinen Schlammtheilchen vor.

Am meisten finden zu diesem Zweck die Filterpressen (s. oben) Verwendung, die mit Tüchern aus sehr gutem dichten Gewebe versehen sind. Der Saft muss vor der Filtration stark erwärmt werden, wozu zweckmässig Röhrencalorisatoren dienen, in die Brüdendampf vom ersten Verdampfkörper geleitet wird; nach dem Filtriren wird eventuell nochmals saturirt.

Statt Filterpressen wendet man für den Dünnsaft, der unter geringerem Druck filtrirt werden kann, auch Rinnenfilter mit Filtrir-

beuteln an. Die Kiesfilter sind ähnlich den später beschriebenen Kohlefiltern eingerichtet, doch wird nicht der Dicksaft vom Dünnsaft verdrängt, da dieser sonst die von letzterem abgeschiedenen Verunreinigungen wieder lösen würde.

IV. Verdampfung des Saftes.

1. Bei der Verdampfung sind zwei Stadien zu unterscheiden: zunächst erfolgt das Verdampfen des Dünnsaftes zum Dicksaft mit einem Trockensubstanzgehalt von ca. 50 Saccharometergraden, und hier-

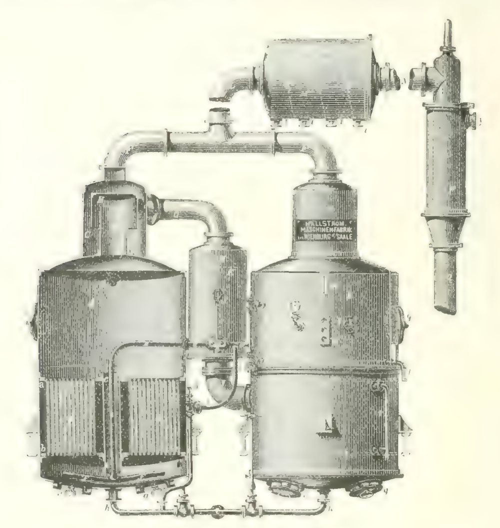


Fig. 18[illegible]. Verdampfapparat von Robert.

auf findet das Verkochen des Dicksaftes zur Füllmasse statt, die entweder einen Krystallbrei oder eine übersättigte Zuckerlösung mit 90 bis 94 % Trockensubstanz darstellt. Bei Annahme eines Trockengehaltes von 9 % im Dünnsaft und bei einer täglichen Verarbeitung von 3000 Doppelzentnern Rüben sind täglich ca. 4600 Doppelzentner Wasser zu verdampfen.

Die Verdampfung des Dünnsaftes findet in geschlossenen Gefässen unter vermindertem Luftdruck statt. Hierdurch bewirkt man

schon bei ca. 70° eine lebhafte Verdampfung und vermeidet eine Bräunung der Säfte, wie sie leicht eintritt, wenn in offenen Gefässen mit direkter Feuerung oder gespannten Dämpfen geheizt wird.

Da bei den Verdampfapparaten mit vermindertem Druck unter 100° gearbeitet wird, so kann statt Kesseldampf Retourdampf verwendet werden. Noch vortheilhafter ist es — nach dem Rillieux-schen System, das zuerst in Amerika erprobt (1850) und von Tischbein in Europa eingeführt wurde —, mehrere Verdampfkörper nebeneinander zu gruppiren und mit den im ersten Körper vom Saft abgegebenen Dämpfen den Saft im folgenden Körper zu erwärmen.

Robert verbesserte die Apparate, indem er den Tischbeinschen liegenden Kessel aufrecht stellte und nur im unteren Theil einen besonderen Heizraum anbrachte, der von offenen Röhren für den

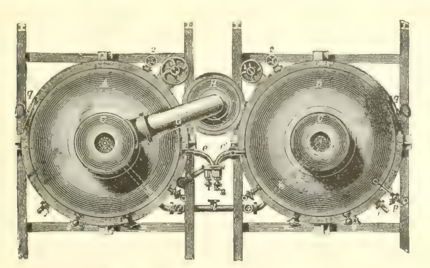


Fig. 184. Verdampfapparat von Robert.

Saft erfüllt ist. In Fig. 183 und 184 ist sein Apparat — in einer Ausführung von Hallström (Nienburg a. S.) — abgebildet. *A* ist der Dünnsaft-, *B* der Dicksaftkörper, die beide wesentlich gleichartig eingerichtet sind. Durch Anbringung der Böden *a* und *b* ist der Körper in drei Theile zerlegt, von welchen der mittlere (zwischen *a* und *b*) der Heizraum ist; in diesem zirkulirt zwischen den Röhren *d*, die dicht schliessend in *a* und *b* eingesetzt sind, der Abdampf der Maschine. Der Saft befindet sich im unteren und oberen Theil des Körpers. Während Ventil *1* den Retourdampf einleitet, kann durch *2* direkter Dampf, der besonders für den Dicksaftkörper gebraucht wird, zugeführt werden. Ventil *3* leitet den vom Filter kommenden Saft zu, der durch Röhren *e*, *e'* und *f* in das Innere des Körpers gelangt; durch Rohr *h* mit Ventil *4* kann der Saft abgelassen werden, *k* und *l* leitete ihn in den Dicksaftkörper. Ferner dienen die Glasaugen *g* zum Erkennen des Saftstandes; *m* ist ein Thermometer, *n* ein Vakuummeter; *o* ein mit Hahn verschliessbarer Trichter, durch den bei starkem Aufschäumen etwas Fett zugegeben wird, daher der Name Butterhahn; *p* ist ein Probehahn, *q* sind Mannlöcher. Um die Dämpfe von Saft zu befreien (s. weiter unten), ist im Dome *C* das Rohr *D* mit Kappe *E*

angebracht; Oeffnungen zwischen D und der Domwandung lassen die Dämpfe in den Apparat zurückfliessen. Zur völligen Entfernung des Saftes passiren die Dämpfe das weite Rohr G und gelangen in den Saftfänger H; indem sie hier auf die Kappe K, die über RJ steht, stossen, scheidet sich der Saft ab und sammelt sich in H an, während der Dampf durch J in den Dicksaftkörper B gelangt. Der abgeschiedene Saft wird von Zeit zu Zeit nach B übergeführt.

Die von B abgegebenen Dämpfe werden im Hodeck'schen Saftfänger M von Flüssigkeit befreit, indem man sie gegen Siebplatten s anprallen lässt. Die Röhrenansätze A führen den Saft wieder nach B über.

Das aus dem Dampf entstandene Kondenswasser fliesst aus den tiefsten Stellen im Heizraum ab — Brüdenwasser — und wird durch eine besondere Pumpe abgezogen.

In dem Kondensator endlich wird der Dampf, nachdem er noch zum Vorwärmer des Diffusionssaftes gedient hat, durch einen Wasserstrahl aus Rohr R kondensirt und das warme Kondensatorwasser durch die 10 m lange Fallröhre Q abgeleitet. Durch Ansatz S ist die Verbindung mit einer Luftpumpe hergestellt, die den niedrigen Luftdruck gleichmässig erhält; denn das Einspritzwasser führt ständig Luft zu.

Man unterscheidet nasse und trockene Luftpumpen; erstere schaffen Luft und Einspritzwasser fort, letztere saugen nur Luft ab. In diesem Fall muss das Einspritzwasser mindestens 10,5 m über Terrain stehen.

Beim Betrieb wird durch die Pumpe im Dicksaft- und Dünnsaftkörper ein luftverdünnter Raum hergestellt und in beide Körper Dünnsaft eingelassen. Durch Einlassen von Maschinendampf und unter Vermittelung der Pumpe entfernt man hierauf die Luft aus beiden Körpern vollständig und ersetzt sie durch Dampf; dann schliesst man die Verbindungsröhre zwischen Heiz- und Saftraum fast völlig, so dass aber stets noch die sich allmählich ansammelnden Gase und Luft abziehen können, ohne Störungen zu veranlassen.

Sobald der Saft im ersten Körper siedet und die Dämpfe den Heizraum des zweiten erfüllen, schränkt man auch hier die Verbindung mit dem Saftraum ein und kondensirt die im Dicksaftkörper entwickelten Dämpfe, indem man das Wasserventil am Einspritzrohr des Kondensators öffnet; bei beginnendem Kochen saugt man das Kondenswasser durch die Brüdenpumpe ab. Die Druckverminderung im Dünnsaftkörper ist nur gering, so dass der Dampf ca. 93° zeigt; man regulirt sie durch die Geschwindigkeit der Dampffortleitung aus dem zweiten Körper; in diesem verdampft man bei ca. 60° und regulirt den Druck durch den Gang der Pumpe und die Menge des Einspritzwassers.

Der genügend eingedickte Saft — von 45° Brix (heiss gewogen) resp. 50° (kalt gewogen) — wird abgepumpt; dann pumpt man eingedampften Dünnsaft in den Dicksaftkörper und füllt neuen Dünnsaft nach; in dieser Weise leitet man den Betrieb kontinuirlich.

Ausser den Zweikörperapparaten verwendet man am häufigsten noch solche mit drei Körpern. Mehr werden selten verwendet; denn der Unterschied in der Temperatur des Dampfes, der im ersten Körper eintritt und aus dem letzten heraustritt, übersteigt selten 55°; bei einem Vierkörperapparat würde daher in jedem Körper annähernd nur so viel Wärme abgegeben werden, als einer Abnahme seiner Temperatur um

$\frac{55}{4} = 13,7$ entspricht. Daraus erhellt, dass der Heizraum um so grösser sein muss, je mehr Körper an einander geschaltet sind; technische Schwierigkeiten beschränken jedoch eine willkürliche Vergrösserung des Heizraums. Gewöhnlich rechnet man für 100 kg täglich verarbeiteter Rüben mindestens 0,25 qm Heizfläche. Arbeitet man mit direktem Dampf, so ist die Temperatur gewöhnlich ca. 121° (1,5 Atm. Ueberdruck).

Ausser durch die genannten Faktoren werden die Betriebsergebnisse noch durch die Leistungsfähigkeit von Kondensator und Pumpe beeinflusst.

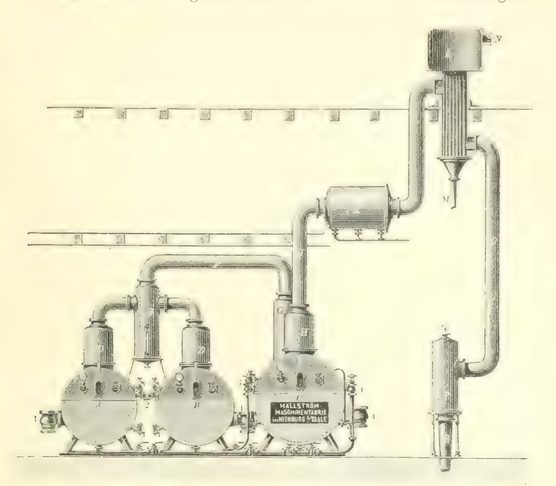


Fig. 185. Liegender Verdampfapparat von Hallström.

Liegende Verdampfapparate sind wesentlich dadurch gekennzeichnet, dass die Heizvorrichtung aus einer Anzahl horizontaler, von Dampf durchströmter Röhren besteht. Obwohl die Leistungsfähigkeit des Apparates bei gleicher Heizfläche, Temperatur und Druck nicht geringer wie die eines stehenden ist, so ist doch als Nachtheil die schwierige Reinhaltung der Röhren anzuführen.

Eine bewährte Konstruktion von Hallström (Nienburg a. S.) ist in Fig. 185 abgebildet. Man benutzt entweder *A* und *B* oder *C* als Dünnsaftkörper resp. *C* oder *A* und *B* als Dicksaftkörper, so dass

nur einmalige Benutzung des Saftdampfes wie beim Zweikörperapparat stattfindet (Doubleeffekt-, nicht Tripleeffektarbeit).

Es bedeuten: *A* und *B* die Dünnsaft-, *C* den Dicksaftkörper; *1* die Dampfventile; *2* das Doppelventil zum Einzug des Dünnsaftes in die beiden Körper *A* und *B*; *3* und *4* Uebersteigventile am Dicksaftkörper für den von *A* und *B* kommenden Saft; *D* die Dome der Dünnsaftkörper; *E* den beiden Dünnsaftkörpern gemeinsamer Uebersteiger; *F* die Verbindung des Dampfraumes der beiden Dünnsaftkörper mit der hinteren Dampfkammer des Dicksaftkörpers; *G* den zweiten Uebersteiger; *H* den Dom des Dicksaftkörpers; *J* die Verbindung mit dem Saftfänger; *K* den Hodek'schen Saftfänger; *L* den Calorisator; *M* den Saftzufluss zum Calorisator[1]); *N* den Saftabfluss; *O* das Rohr zur Ableitung der im Calorisator unverdichtet gebliebenen Dämpfe zum Kondensator; *Q* das Einspritzrohr; *R* die Verbindung des Kondensators mit der nassen Luftpumpe. Der Betrieb gleicht im Wesentlichen dem oben beschriebenen.

Neuerdings gewinnt das Berieselungssystem für Verdampfapparate grössere Bedeutung, da es die Berührungszeit zwischen Säften und Heizkörper verringert und auch bessere Ausnutzung der Wärme gestattet. Erwähnt sei ferner, dass nach dem Pauly'schen System die Dampfkessel in zwei Gruppen getheilt werden, von denen die eine Dampf von über 4 Atm. für den Motor liefert, die andere solchen von 1 bis 1,5 Atm. zum Verdampfen und Kochen.

2. Verkochen. Der Dicksaft muss vor der Verkochung zur Abscheidung von vorhandenen feinen Trübungen nochmals in der Wärme filtrirt werden. Häufig wird nochmals saturirt, wobei man die Kalkalkalität nicht fortschafft, da sie für den Prozess von Nutzen ist.

Man unterscheidet: a) Kochen auf Korn; b) Blankkochen.

In ersterem Fall erfolgt während des Kochens Krystallbildung, so dass schliesslich ein steifer Krystallbrei entsteht, während man beim Blankkochen eine klare Lösung erhält, die erst bei der Abkühlung Krystalle absetzt. Das erste Verfahren ist nur bei reinen Lösungen, die in der Trockensubstanz nicht mehr als ca. 20% Nichtzucker enthalten, ausführbar und liefert eine grössere Ausbeute; es wird meistens angewendet.

Die Apparate waren früher kugelförmig, werden aber in neuerer Zeit häufiger cylinderförmig gestaltet. Eine bewährte Konstruktion der Braunschweiger Maschinenfabrik ist in Fig. 186 abgebildet.

Die Anwendung vertikaler Rohrsysteme als Heizkörper in Vakuum-Kochapparaten ist aus dem Bedürfnisse entstanden, Wasserdämpfe von weniger hoher Temperatur und Spannung, als man bisher für erforderlich hielt (Saftdämpfe und Maschinenabdämpfe) beim Kochprozesse zu benutzen, da diese Heizkörper gestatten, eine der niedrigeren Temperatur entsprechende grosse Heizfläche in verhältnissmässig geringem Raume unterzubringen. Die Ansprüche, welche man jetzt an ein gutes Vakuum stellt, gehen vor allen Dingen darauf hinaus, in

---

[1]) Die Einrichtung des Calorisators entspricht der oben angegebenen (s. S. 421); auch hier wird der Dampf zum Vorwärmen des Saftes benutzt. Ausserdem erspart man an Einspritzwasser im Kondensator und erhält mehr von dem für die Belebung der Knochenkohle wichtigen Brüdenwasser.

leichter Weise ein gutes Korn zu erzielen, welches je nach Belieben grob oder fein sein soll. Bei der Konstruktion des Heizsystems ist dies insbesondere zu berücksichtigen, und es kommt hierbei darauf an, das ganze Heizsystem so tief als möglich nach unten zu legen, um mit möglichst geringer Saftmenge die Kornbildung beginnen zu können und dann bei voller Füllung des Apparates die Krystalle auf das Maximum der Grösse anwachsen zu lassen. Damit die Bildung von neuem Korne während des Kochens möglichst verhindert wird, ist es zweckmässig, alle Heizvorrichtungen zu vermeiden, welche oberhalb des tiefsten Saftstandes liegen, da solche durch das Spritzen der Safttheilchen Veranlassung zu Ablagerungen geben, welche durch die höher steigende Füllmasse später abgeschmolzen und als zweites Korn weiter gebildet werden, was eine Beeinträchtigung der Güte des Produktes zur Folge hat. Ausserdem verlangt man, dass die Füllmassenschicht nicht eine zu grosse Höhe erhält, um beim Kochen das Hochsteigen der Dampfbläschen nicht unnöthigerweise zu erschweren, da sonst zu viel Heizdampf erforderlich ist.

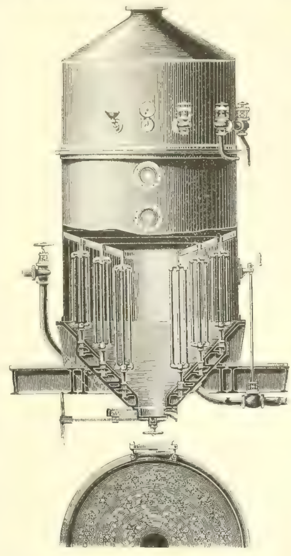


Fig. 186
Kochapparat der Braunschweiger Maschinenfabrik

Der Apparat (D.R.P. Nr. 31022 für Greiner, Fig. 186) besteht aus einer cylindrischen Zarge mit stark geneigtem konischem Boden, konischer Haube und dem Heizkörpersysteme. Die Höhe der Zarge ist verhältnissmässig gross angenommen, um ein Ueberreissen von Füllmasse beim Kochen thunlichst zu vermeiden. Die cylindrische Form der Zarge ist gewählt, weil dieselbe bei grosser Steifigkeit und Festigkeit gegen inneren und äusseren Druck die Anbringung von besonderen Verstrebungen, welche die Zugänglichkeit des Apparates sehr behindern, unnöthig macht. Der konische Boden ist mit ringförmigen doppelwandigen Kanälen für die Beheizung mit Dampf und zur Aufnahme des aus den Heizkörpern abfliessenden Kondenswassers versehen. Von diesen Kanälen dient der untere einer jeden Heizkörperreihe für den Dampfeintritt, der obere für den Austritt des Kondenswassers. Die vertikal angeordneten Heiz-

körper bestehen aus je 7 Kupferrohren, welche an den Enden durch Kopfstücke dampfdicht mit einander verbunden sind; das untere Kopfstück ist auf ein Doppelrohr geschraubt, dessen innerer Durchgang für den Dampfeintritt, und dessen Raum zwischen dem inneren und äusseren Rohre für den Austritt des Kondenswassers bestimmt ist. Die Enden des Doppelrohres sind mit Gewinde in die im Apparatboden befindlichen getrennten Kanäle für Heizdampf und Kondenswasser fest eingeschraubt, so dass der Heizdampf in das mittlere Rohr der Heizkörper von unten eintritt, sich oben auf die am Umfange angebrachten 6 Rohre vertheilt und das Kondenswasser nach dem am Boden befindlichen Austrittkanale abfliessen kann. Die Heizkörper sind in mehreren Kreisen, welche konzentrisch zur Achse des Apparates angeordnet sind, derart aufgestellt, dass die Heizfläche möglichst gleichförmig in der Füllmasse vertheilt ist und das Abfliessen einer sehr stramm gekochten Füllmasse schnell von Statten geht. Der Verschluss der Bodenöffnung, welche je nach der Grösse des Apparates eine für das Abfüllen stramm gekochter Füllmasse erforderlichen Weite besitzt, wird durch einen Schieber bewirkt, welcher bei bequemer und zuverlässiger Handhabung ein vollständiges Freilegen der Bodenöffnung gestattet.

Die Armatur der Vakuumapparate besteht in der Regel aus den erforderlichen Dampf-, Saft- und Wasserventilen, Schaugläsern, Butterhahn, Probehahn, Thermometer und Vakuummeter. Als Vorzüge des Apparates werden angeführt: Bequemes Kochen, gleichmässige Kornbildung, Benutzung von Abdämpfen mit niedriger Temperatur, helle Farbe der Füllmasse etc.; auch Raffinade-Füllmasse kann in ihm verkocht werden. Der Apparat wird zur Verkochung von 5000 bis 30000 kg Füllmasse hergestellt. Den Betrieb beschreibt Possanner (l. c. 321) folgendermassen:

1. Blankkochen. Man füllt Wasser in den Kondensator, setzt die Luftpumpe in Bewegung und lässt, sobald der Apparat mit Dicksaft vollgesaugt ist, Dampf in die Kochschlangen und den Doppelboden ein. Der Saft kommt alsbald in lebhaftes Kochen und wirft hohe, scharf begrenzte, leicht bewegliche Wellen. In dem Maasse als Wasser verdampft, wird Saft nachgesaugt, so dass der Apparat immer bis zum oberen Schauglas gefüllt bleibt. Die Druckverminderung regulirt man durch die Menge des Einspritzwassers in den Kondensator derart, dass der Barometerstand zwischen 40 bis 80 mm bleibt; der Siedepunkt des Saftes liegt dann zwischen 60 und 70°. Mit zunehmender Konzentration wird die Oberfläche des Saftes allmählich ruhiger, die Wellen gehen nicht mehr so hoch, sondern erscheinen mehr abgerundet und bewegen sich langsamer. Ist eine bestimmte, nach dem Augenschein beurtheilte Konzentration erreicht, so wird das Nachziehen des Saftes eingestellt, das Kochen noch einige Zeit fortgesetzt und eine Probe entnommen; ein Tropfen derselben wird auf den Zeigefinger gebracht und mit dem Daumen berührt. Bei langsamer Entfernung der Finger von einander bildet sich ein Faden, der bei einer gewissen Länge und Dicke abreisst. Je konzentrirter der Saft ist, desto länger spinnt sich der Faden fort, ohne zu reissen. Wie weit man die Konzentration steigern darf, hängt von der Beschaffenheit des Saftes ab. Reineren Saft kann man stärker eindicken (strammer

kochen), während bei weniger reinem die Fadenprobe „leichter gehalten" werden muss.

Ist der richtige Konzentrationspunkt erreicht, so wird der Dampf abgestellt, das Einspritzventil geschlossen, der Lufthahn geöffnet, die Luftpumpe ausser Betrieb gesetzt und die Füllmasse durch das Bodenventil abgelassen.

2. Das Kochen auf Korn. Die Arbeit beginnt ebenso wie beim Blankkochen, nur darf das Vakuum nicht so voll gefüllt werden. Wenn man die ganze Saftmenge eines Sudes gleich 100 setzt, so werden zu Anfang nur etwa 40 % eingesaugt und das Uebrige in kleinen Partien zum Nachziehen verwendet. Je unreiner die Säfte sind, desto häufiger muss nachgezogen werden. Der Dampf wird zuerst nur in den Doppelboden, und falls mehrere Dampfschlangen über einander angebracht sind, in die unterste, mit Saft bedeckte Schlange eingeleitet. Die Konzentration steigt alsbald so weit, dass der Saft bei der niedrigen Temperatur von 60 bis 70° nicht mehr allen Zucker in Lösung zu halten vermag, und die Krystallbildung beginnt. Anfangs erscheinen die Krystalle als kleine glänzende Punkte, die sich allmählich vergrössern.

Es liegt in dem Belieben des Sieders, grössere oder kleinere Krystalle, ein gröberes oder feineres Korn entstehen zu lassen. Bei langsamem, ruhigem Kochen entwickeln sich grosse Krystalle; das starke Aufwallen der Flüssigkeit stört die Krystallisation und lässt nur kleine Krystalle sich bilden. Für Rohzucker ist immer ein grobes, kräftiges Korn erwünscht, weil die Ausbeute in diesem Falle eine bessere ist und die grösseren Krystalle sich leichter und vollständiger vom Syrup trennen lassen. Für Konsumwaare hingegen ist ein feineres Korn nothwendig, damit die Brote genügend dicht ausfallen und ein gefälliges Ansehen erlangen.

Zur Beurtheilung, wann die Füllmasse aus dem Vakuum abzulassen ist, bringt man einen Tropfen derselben auf eine Glasplatte und beobachtet die Beschaffenheit des Syrups und der darin befindlichen Krystalle. Solange die Krystalle noch sehr klein sind, erscheint der ganze Tropfen trübe, und es ist nicht möglich, die einzelnen Krystallkörner zu unterscheiden. Je weiter die Ausbildung vorschreitet, desto deutlicher heben sich die Krystalle vom Syrup ab und erreichen schliesslich eine solche Festigkeit, dass sie beim Reiben zwischen den Fingern unter Wasser nur langsam zergehen.

Das Ablassen aus dem Vakuum geschieht in derselben Weise wie bei der blankgekochten Füllmasse.

Mängel beim Kochprozess. a) Schaumkochen tritt bei mangelhafter Reinigung der Säfte ein und wird durch Zulassen von Fett durch den Butterhahn beseitigt; ferner lässt man durch den Lufthahn etwas Luft eintreten.

b) Fettkochen wird durch Anwesenheit schleimiger Stoffe und zu grossen Kalkgehalt der Säfte bedingt. Der Saft siedet alsdann nicht, sondern zeigt das Verhalten von geschmolzenem Fett; ausserdem findet eine Bräunung statt. Zur Beseitigung des Uebelstandes muss eine Nachsaturation mit Phosphorsäure oder schwefliger Säure (eventuell im Apparat) erfolgen. Unter Umständen muss nochmals über Kohle filtrirt werden.

V. Verarbeitung der Füllmasse.

Die im Vakuum erhaltene Füllmasse füllt man in grosse eiserne Kästen, in welchen die blank abgekochte Masse krystallisirt, die auf möglichst grosses Korn abgekochte, ihre Krystallisation vollendet. Man erhält in beiden Fällen schliesslich einen dicken Brei von Zuckerkrystallen mit anhängendem Syrup, zu dessen Entfernung die Masse centrifugirt werden muss. Da sie jedoch zu dieser Arbeit noch zu fest und ungleichmässig zusammengesetzt ist, so wird sie zunächst zerkleinert und unter Zusatz von Syrup in breiartig flüssigen Zustand versetzt.

Diesem Zweck dient die Maischmaschine; sie besteht aus dem Brechwerk, in welchem zunächst die grossen Klumpen gröblich zerkleinert werden, und ferner aus dem darunter liegenden Maischwerk, mit Scheiben besetzte Walzen, in welchem die Krystalle weiter isolirt und zugleich gründlich mit dem Syrup gemischt werden. Man benutzt zum Maischen den durch Centrifugiren von Füllmasse erhaltenen Syrup. Von der Maischmaschine gelangt der Zuckerbrei direkt in die Centrifugen, deren Trommel mit siebartiger Wandung in einem Mantel rotirt, an welchem der herausgeschleuderte Syrup abläuft. In der Trommel bleibt Rohzucker I. Produkt zurück.

Der abgelaufene Grünsyrup wird blank gekocht, da in Folge der angehäuften Nichtzuckerstoffe eine Kornkochung nicht möglich ist. Die hieraus durch langsame Krystallisation erhaltene Füllmasse liefert nach dem Maischen und Centrifugiren ein unreineres II. Produkt von dunklerem Farbenton. Der von diesem erhaltene Saft wird nochmals verkocht und zum Krystallisiren gebracht, die Füllmasse durch Schleudern auf III. Produkt verarbeitet. Der abgeschleuderte Syrup wird selten verkocht, sondern in der Melasseentzuckerung oder in Spiritusbrennereien verarbeitet.

Als Ausbeute gibt Claassen an: 100 kg Füllmasse liefern im Durchschnitt:

68 bis 70 kg I. Produkt (95 bis 96 Polarisation)
8 bis 10 „ II. und III. Produkt (90 bis 92 Polarisation).

Die erhaltenen Produkte zeigten folgende Zusammensetzung:

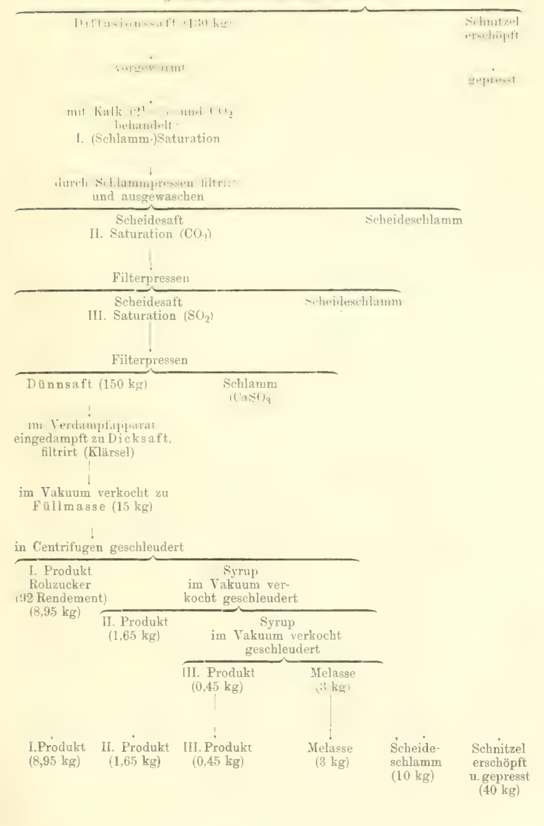
Bestandtheile	Füllmasse	Melasse	I. Produkt	II. Produkt	III. Produkt
Zucker	86,20	48,20	96,40	92,20	92,40
Wasser	6,04	22,80	1,51	2,76	2,01
Asche	3,61	12,10	1,04	2,85	2,94
Organischer Nichtzucker	4.15	16.90	1,05	2,19	2,65
Rendement	–	–	91,20	77,95	77,70

Im Betriebsjahr 1890/91 wurden aus 100 kg Rüben 12,09 kg Rohzucker aller Produkte erhalten.

Die allgemeinen Operationen der Rohzuckerfabrikation seien nachstehend nochmals in ein Schema (Ost S. 360) zusammengefasst.

Rohzuckerfabrikation.

Rüben (100 kg, mit 13,4 % Zucker) werden gewaschen, zerschnitzelt, diffundirt



B. Konsumzucker.

Die in den Zuckerraffinerien ausgeführte Konsumzuckerarbeit hat die Aufgabe, einen Zucker zu bereiten, der weder unangenehmen Geruch, noch Geschmack, noch Gelbfärbung zeigt und daher zum Genuss geeignet ist.

Man verfährt hierbei nach zwei Methoden:

a) Durch Anwendung eines sehr reinen Saftes wird aus der Füllmasse ein I. Produkt von grosser Reinheit gewonnen. Zu dem Ende wird dem Saft vor dem zweiten Filtriren Zucker (Rohzucker II. und III. Produkt) als Einwurf zugesetzt und die erhaltene Füllmasse durch systematisches Waschen und Verdrängen des Syrups mit reinen Zuckerlösungen (Decken) völlig vom Syrup befreit, so dass das Produkt ohne Weiteres als Konsumzucker zu verwerthen ist.

b) Der Rohzucker wird aufgelöst, der Saft mit Kohle gereinigt und nochmals zur Krystallisation eingedampft. Neuerdings hat es sich vortheilhaft erwiesen, vor dem Lösen des Rohzuckers eine Vorreinigung desselben durch Centrifugiren und Decken in der Wärme (Verdrängen des Syrups mit Wasser, Dampf, reinerem Syrup etc.) vorzunehmen, wodurch insbesondere die Filtration über Kohle in weniger ausgedehntem Massstab zu erfolgen braucht. Aus dem vorgereinigten Zucker wird in der Wärme eine Lösung von 60° Bé. hergestellt, die nach Zusatz von Kalk, dem einzig bewährten Klärungsmittel, zunächst durch Filterpressen von den stets vorhandenen mechanischen Verunreinigungen befreit und hierauf in Kohlefiltern entfärbt, sowie theilweise von Salzen (speziell dem Kalk) befreit wird; die meisten Nichtzuckerstoffe sind schon beim Decken entfernt.

Die Filtration über Kohle soll langsam bei hoher Temperatur erfolgen; die Apparate sind in Fig. 187 abgebildet (nach Stohmann); die Konstruktion stammt aus der Halle'schen Maschinenfabrik.

In Fig. 187 ist ein Theil einer Filtrirbatterie in Vorderansicht mit vier Filtern dargestellt; Fig. 188 zeigt den Längsdurchschnitt eines der Filter. Durch A und B (Fig. 187) fliesst der Zuckersaft. Das Rohr C ist für das Wasser, D für den Dampf bestimmt. Jedes der Filter endet oben in einen Rohrstutzen X, welcher durch Ventile mit einer jeden der einzelnen Rohrleitungen kommunizirt. Die Ventile liegen dicht am Rohrstutzen, und zwar ist *1* das Dicksaftventil, *2* das Dünnsaftventil, *3* das Ventil für Wasser und *4* dasjenige für Dampf. Durch das Rohr E mit dem Ventile *5* ist die Verbindung von Filter *1* mit dem letzten der Reihe hergestellt. Ventil *5* endet im Stutzen X des ersten Filters. Von jedem der Filter geht bei G unten ein Rohr H ab, welches mit der Rohrleitung durch einen Hahn in Verbindung steht, zugleich aber mit einem Uebersteigrohre F, welches jedemal mit dem Ventile *5* im Stutzen des nächsten Filters endet. Das Uebersteigrohr des letzten Filters endet wieder durch das Rohr E im Stutzen X des ersten Filters. Das Rohr H dient zur Entleerung der Filter nach dem Absüssen. Zu diesem Zwecke ist Hahn *6* angebracht. Um die Filtrirkohle entfernen zu können, ist jedes der Filter mit einem Mannloch L, nicht weit vom Boden entfernt, versehen. Dicht unter dem Mannloch L befindet sich eine kleine, mit einem Leinentuche umwickelte, gelochte Platte, welche ein Wegschwemmen von Kohle verhindern soll.

Um die oberen Kohlenschichten gegen den Anprall der durch N eintretenden Flüssigkeiten vor dem Aufwühlen zu schützen, ist ein schalenförmiges Eisenstückchen unmittelbar an dem Eintritte von N angebracht. Der Verschluss des Mannloches geschieht durch den in c drehbaren Bügel b, welcher bei d durch eine Schraube befestigt wird. Zur Ein-

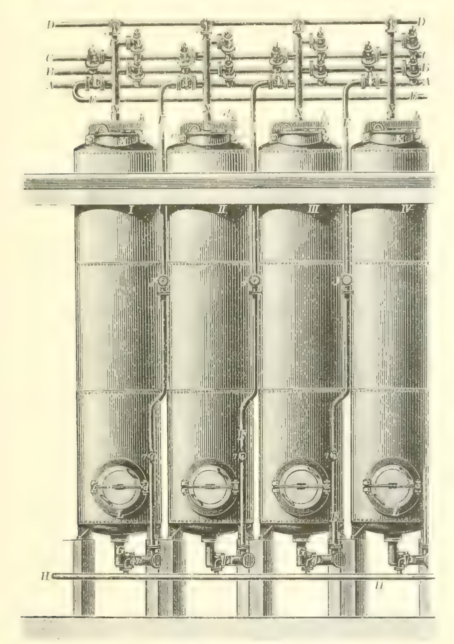


Fig. 187. Filterbatterie.

füllung der Kohle dient die obere verschliessbare Oeffnung K des Filters. Die Beschickung erfolgt durch die Wagen M, welche an einer Hängeschiene laufen, durch Aufziehen des Schiebers und Einsetzen eines Trichters in K. Die Leerung des Filters geschieht durch das untere Mannloch in den Wagen N.

Die filtrirten Säfte laufen von dem Uebersteigrohr F bei T ab. Der hier vorhandene Flansch ist mit einem sich in zwei Theile gabelnden Rohre verbunden, welches zur Dick- resp. Dünnsaftleitung führt. Zum Betriebe lässt man in die mit Kohle gefüllten Filter zunächst durch Oeffnen des Ventils *4* Dampf einströmen, während der mit der Wasserableitung verbundene Hahn *6* geöffnet ist. Der Dampf wird alsbald kondensirt und fliesst als Wasser ab: die Kohle wird erwärmt und die von ihr absorbirten Gase (Kohlensäure, Ammoniak etc.) werden ausgetrieben, während sich alle Poren der Kohle mit Dampf füllen. Man dämpft so lange, bis das Abflussrohr G heiss ist und aus dem am Uebersteigrohr befindlichen Hahn *7* beim Oeffnen Dampf in kräftigem Strom hervordringt; alsdann lässt man den zu filtrirenden Saft einfliessen. Die verschieden gefärbten Säfte und Abwässer werden möglichst vollkommen getrennt und die Filtration unterbrochen, wenn keine Entfärbung mehr eintritt. Der filtrirte Dicksaft (Klärsel) wird im Vakuum auf Korn verkocht.



[illegible] Durchschnitt.

Nach mehrfachem Gebrauch muss die Kohle einer Wiederbelebung zur Entfernung der absorbirten Farbstoffe, organischen Nichtzuckerstoffe, Kalksalze etc. unterworfen werden. Von den zahlreichen Methoden zur Wiederbelebung ist das Gährverfahren am verbreitetsten. Die Kohle wird zunächst mit Salzsäure extrahirt und dann einer Gährung überlassen, die zuerst alkoholisch, dann sauer und schliesslich faulig wird, worauf gewaschen und mit Wasser ausgekocht wird. Ist viel Gyps (über 1,5 %) vorhanden, so kocht man die Kohle mit Soda aus. Nach dem Waschen wird gedämpft, getrocknet und bei Luftabschluss geglüht.

Frische Knochenkohle zeigt im Durchschnitt folgende Zusammensetzung:

Kohlenstoff	7,5	bis	12,0 %
Calciumphosphat	75,0	„	80,0
Magnesiumphosphat	0,8	„	1,5
Calciumkarbonat	6,0	„	8,0
Calciumsulfat	0,1	„	0,3
Lösliche Salze	0,2	„	0,6
Silikate, Eisenoxydul, Sand	0,5	„	1,5
Schwefel und Stickstoffverbindungen	0,5	„	1,5

Der Gehalt an Sand soll 1 %, der an Wasser 10 % nicht übersteigen.

Die Kohle ist unter sonst gleichen Umständen um so wirksamer, je poröser sie ist. Mehrfache Benutzung machen sie aber dichter, bis sie schliesslich nicht mehr wirksam, todt ist. Sie wird dann auf Superphosphat verarbeitet.

Nach dem Raffinations-Verfahren von Fr. Soxhlet (D.R.P. Nr. 70987) löst man den zu raffinirenden Zucker in kaltem Wasser und filtrirt die Zuckerlösung kalt durch Filterpresskuchen, welche durch Aufschlämmen von Holzschleifmehl, gemischt mit feinpulverigen, indifferenten Stoffen, wie Kieselguhr, Bimsstein- oder gewaschenem Kokspulver, in den Kammern einer Filterpresse gebildet werden. Man erhält vollständig klare („feurige“), mikrobenfreie Filtrate.

Hierzu bemerkt E. v. Lippmann (Ch. Z. 1893): Das Verfahren setzt die Verarbeitung solcher Rohzucker voraus, die sich auf einem der verschiedenen, in der Praxis üblichen Wege so weit affiniren lassen, dass sie einer eigentlichen Entfärbung und chemischen Reinigung gar nicht mehr bedürfen. Wenn man nun bisher, so weit man im Stande war, eine derartige Vorreinigung durchzuführen, trotzdem die Lösungen der affinirten Zucker über einen mehr oder weniger hohen Prozentsatz Knochenkohle filtrirte, so geschah dies keineswegs, um die 99,5 und mehr betragende Reinheit noch zu erhöhen oder die Färbung in dauernd merklicher Weise aufzubessern, sondern lediglich um vollständig klare und blanke Säfte zu erhalten, die jenen Glanz und jenes Feuer zeigen, welche erfahrungsmässig nothwendig sind, um Brote, Würfel u. s. f. von tadelloser äusserer und innerer Beschaffenheit herzustellen. Die Knochenkohle spielte also in diesem Falle nur mehr die Rolle eines mechanischen Reinigungsmittels; sie als solches entbehrlich zu machen, hat man bereits vielfach und seit vielen Jahren angestrebt, jedoch stets ohne genügenden Erfolg, da alle angewandten sogen. mechanischen Filter nicht hinreichten, um die massenhaften, äusserst feinen, in jenen Lösungen suspendirten Trübungen mit Sicherheit dauernd und vollständig zurückzuhalten, wodurch dann Säfte von unzureichender Klarheit und in Folge dessen unansehnliche (graue) Zucker entstanden.

Das Verdienst Soxhlet's ist es nun, einen Weg zur sicheren und vollständigen Klärung von Zuckerlösungen auf rein mechanischem Wege gefunden zu haben. Soxhlet benutzt zu seinen Zwecken Filterpressen, welche mit Tüchern bezogen sind, auf denen aber erst die eigentlich wirksame Schicht, der sogen. Filterpresskuchen, gebildet wird, und zwar, indem man in der Zuckerlösung eine sehr geringe Menge Kieselguhr (oder Bimssteinpulver, reines Kokspulver u. dergl.) und reines Holzschleifmehl — von jedem ein oder einige Zehntel-Prozent — suspendirt und nun das Ganze unter mässigem Drucke durch die Pressen befördert. Der Verbrauch an Filtermaterial, das sich übrigens leicht

auskochen und im Bedarfsfalle auch wieder verwenden lässt, ist gering. Die Wirkung ist eine ausgezeichnete und entspricht bei richtigem und sorgsamem Betriebe allen Anforderungen, d. h. die Säfte laufen mit Sicherheit eine entsprechende, jedesmal durch Erfahrung festzustellende Zeit lang absolut blank und mit so herrlichem Glanz und Feuer, wie man es durch Knochenkohle keinesfalls besser erzielen konnte.

Ist nun der Vortheil, für die betreffenden Säfte und Klären die Knochenkohle entbehren zu können, schon gross, indem die Zuckerverluste in der Kohle und den Absüsswässern, sowie die Kosten der Arbeit im Knochenkohlenhause und in der Filterstation wegfallen, so wird er doch noch durch jenen übertroffen, welchen eine zweite Beobachtung Soxhlet's bietet. Die ganze beschriebene Reinigung lässt sich nämlich auf kaltem Wege vollziehen, d. h. die Lösungen des affinirten Zuckers können kalt bereitet und filtrirt, also bis zum Verkochen im Vakuum in kaltem Zustande erhalten werden, während sie bisher 12 bis 16, ja auch 18 Stunden lang behufs Auflösung, Filtration und Weiterbewegung auf hohe Temperatur angewärmt werden mussten.

c) Nach dem Raffinationsverfahren von C. Steffen und B. Raeymäker (D.R.P. Nr. 53313. Die vorher ertheilten D.R.P. Nr. 31486 und Nr. 33284 sind für nichtig erklärt; vergl. E. von Lippmann, Z. d. Vereins f. d. Rübenzuckerind. **1891**. 553; Chem. Z. **1889**. 995; **1890**. 1406; **1892**. 500) werden Rohzucker oder Füllmassen mit wässerigen Zuckerlösungen von verschiedener Reinheit unter Anwendung des Gegenstromprinzips ausgewaschen, wobei einerseits reiner Zucker, andererseits Syrup gewonnen wird. In dieser Weise soll auf den ersten Wurf eine grössere Ausbeute an reinerem Zucker und geringere Mengen Nachprodukte erzielt werden. Mittelstädt (D. Zuckerind. 371; Ch. Z. Rep. **1893**. 71) hebt betreffs dieses Verfahrens hervor, dass gut krystallisirte Rohzucker von festem gleichmässigen Korn eine Grundbedingung des Verfahrens sind, ferner dass die Rohzucker nicht zu kalt sein dürfen, und dass es nöthig ist, die Waschsyrupe auf allen Wannen der Auslaugebatterie mit genau gleichförmiger Geschwindigkeit zu bewegen und sie stets bei der herrschenden Temperatur richtig konzentrirt zu erhalten, damit sie weder Zucker lösen, noch welchen absetzen, oder in Folge ihrer Zähflüssigkeit den Fortgang des Kreislaufes durch Verstopfungen u. dergl. stören. Jede Störung ist nämlich nicht nur lästig, weil sie die zum Auswaschen nöthige Zeit, die normalerweise 15 bis 17 Stunden beträgt, verlängert, also die Leistung vermindert, sondern auch insofern gefährlich, als Gährungen und Invertzuckerbildungen eintreten können, die, einmal vorhanden, schwer zu beheben sind und grossen Schaden bringen. Die sofortige Zerlegung des Rohzuckers in weissen gewaschenen Zucker und Melasse, die Steffen ursprünglich versprach, ist nirgends auch nur annähernd erreicht worden. Man erhält nicht Melasse, sondern einen Syrup, der noch mindestens zwei Nachprodukte gibt, auch muss der fertig ausgedeckte Zucker noch drei Vordecken fast reiner (bereits benutzter) und drei Vordecken ganz reiner (frischer) Deckkläre erhalten und vor dem Abschleudern nochmals mit Kläre eingemaischt werden. Die Ausbeute überschreitet allerdings zuweilen das sogen. theoretische Rendement, und dieser Umstand hat die gröbsten Fehler in der Rentabilitätsrechnung verursacht, da man vergass, dass es der Zuckergehalt der

anhaftenden Deckkläre ist, der den Zuckergehalt der raffinirten Waare so bedeutend vermehrt. Die rationelle Ausnutzung der Decksyrupe, die Billigkeit der Arbeit und die geringen Reparaturkosten sind Vorzüge des Verfahrens, welches, wenigstens zum Zwecke der Krystallzuckerfabrikation, auch in Zukunft Beachtung finden dürfte.

Denselben Effekt wie Steffen suchte Seyferth (D.R.P. Nr. 48967; s. auch Lippmann l. c.) dadurch zu erreichen, dass er die Rohzuckerfüllmasse nach dem Ausschleudern des Syrups mit Paraffinöl ausdeckt; hierbei soll eine nahezu quantitative Ausbeute an Krystallzucker stattfinden. Leider hat auch letzteres Verfahren den Erwartungen nicht entsprochen; insbesondere verläuft der Prozess im Allgemeinen zu langsam und ungleichmässig.

Die technisch dargestellten Konsumzuckerarten sind folgende:

1. Melis, ein Haufwerk von dicht verwachsenen Krystallen; hierher gehören Hut- oder Brotzucker; Pilézucker; Würfel- oder Plattenzucker;

2. Farin, feingemahlener Zucker;

3. Krystallzucker (Granulated), lose, ausgebildete Kryställchen;

4. Kandiszucker, grosse Krystalle.

1. Melis.

a) Brotzucker, Hutzucker. Die Melisform ist am meisten, zumal als Brotzucker verbreitet. Bei der Melisdarstellung[1]) wird bei möglichst niedriger Temperatur auf Korn gekocht. Zur Verdeckung der schwach gelblichen Farbe dient ein sehr geringer Ultramarinzusatz (ca. 50 g auf 100000 kg Füllmasse). Da schon im Vakuum eine Krystallisation erfolgt, so wird die Masse nach dem Verlassen der Kocher in besonderen Wärmpfannen noch auf ca. 88° erwärmt, wobei sich die kleineren Krystalle im Syrup lösen. Dann giesst man die Masse in die aus Eisen hergestellten konischen Hut- oder Brotformen und lässt äusserst langsam in der Füllstube erkalten, deren Temperatur ca. 40 bis 35° beträgt. Damit sich keine Hohlräume bilden, wird die Zuckermasse von Zeit zu Zeit durchgerührt. Wenn nach 12 bis 24 Stunden die Masse erstarrt ist, kommt sie auf den Boden und es beginnt die Bodenarbeit.

Zunächst lässt man den Syrup ablaufen, indem man den Verschluss an der Spitze der Form öffnet; dann wird die obere, harte Kruste (an der Basis des Zuckerkegels) abgekratzt und das Brot gedeckt, d. h. der Syrup durch Zuckerlösungen von immer zunehmender Reinheit, zuletzt einer völlig reinen kalt gesättigten Lösung, verdrängt.

Das Nutschen, d. h. das Absaugen der Deckkläre wird in besonderen Nutschbatterien vorgenommen, von denen Fig. 189/90 eine Anschauung gibt. Die Zuckerformen C werden mittelst Kautschukringen b luftdicht auf die Oeffnungen der Röhren A im Gestell E gestellt. Ein Sammelrohr B setzt das Röhrensystem mit einer Pumpe in Verbindung, durch deren Arbeit die Kläre in die Röhre A fliesst.

[1]) Je nachdem man ihn direkt aus dem Rübensaft selbst (s. oben a) oder durch Einwerfen von Zucker in die Kochkläre (Zuckerlösung) erhält, hat man Saftmelis und Einwurfmelis zu unterscheiden.

von wo der Syrup durch B und e in einen besonderen Behälter geleitet wird.

Nach dem Nutschen kehrt man die Formen um, damit sich der immer noch zurückbleibende Syrup von der Spitze durch den ganzen Hut vertheilt (das Brot wird gelöscht), dreht dann die ungleichmässig

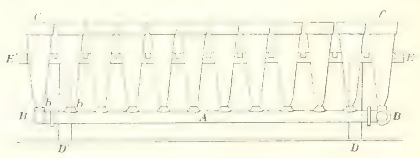


Fig. [illegible] Nutschbatterie, Ansicht.

gestaltete Spitze auf einer Maschine rund und trocknet die Brote bei 50 bis 55°.

Neuerdings hat man das Ablaufenlassen, Decken und Nutschen mit gutem Erfolg durch Arbeit in besonderen Centrifugen ersetzt, in welchen die syruphaltigen Brote (mit der Spitze nach aussen) ausge-

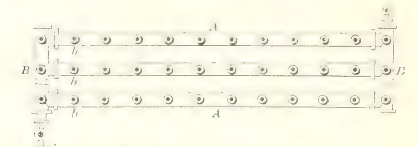


Fig. [illegible]. Nutschbatterie, Grundriss.

schleudert und gedeckt werden. In einer von A. Fesca & Co. konstruirten Centrifuge werden 16 Brote zu gleicher Zeit gedeckt.

Die abfallenden Syrupe werden durch Verkochen und Krystallisirenlassen [1]) auf Brote geringerer Qualität verarbeitet, die man zu Farinzucker vermahlt oder in Wasser gelöst als Deckkläre n oder Zusatz zum Kochklärsel für Raffinade verwendet.

b) Pilé-, Würfel- und Plattenzucker lässt sich unter Umgehung der umständlichen Bodenarbeit, wie sie der Brotzucker verlangt, darstellen.

Die grobkörnige Füllmasse wird nach dem Maischen und Ausschleudern in der Centrifuge erst mit Deckklärsel, dann mit trockenem Dampf [2]) gedeckt, bis fast wasserheller Syrup abläuft. Die Masse er-

---

[1]) Für die Nachprodukte wie speziell die ersten Produkte hat sich die Krystallisation in Bewegung nach Wulff's und Bock's Verfahren (Z. d. Vereins f. d. Rübenzuckerind. **1888**. 226, 1076; **1891**. 537) bewährt, insofern sie in wesentlich kürzerer Zeit bessere Produkte lieferte.

[2]) Andere Deckmethoden in der Centrifuge beruhen auf der Anwendung von

härtet in der Centrifuge zu Brocken, die in besonderen Pilébrechwerken zu unregelmässigen, mehr oder weniger grossen Stücken zerkleinert werden. Eine Konstruktion der Braunschweiger Maschinenbauanstalt (Fig. 191) besteht aus zwei Walzenpaaren, die aus einzelnen Hartgussscheiben mit prismatischen Vorsprüngen zusammengesetzt sind, die Theilung der oberen Walzen ist gröber als diejenige der unteren. Beide Walzenpaare sind mit Stellvorrichtungen versehen, um gröbere oder feinere Waare herzustellen. Ein Blechmantel hält den Staub zusammen.

Eine Centrifuge mit Nebeldeckvorrichtung der Halleschen Maschinenfabrik speziell zur Fabrikation von weissem ge-

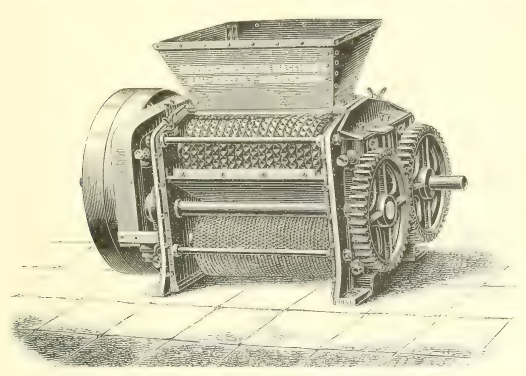


Fig. 191. Pilébrechwerk der Braunschweiger Maschinenbauanstalt.

mahlenen Zucker (Possanner, S. 345) zeigt Fig. 192. Auf dem gusseisernen Rahmen der Grundplatte *A*, die durch Verschraubung auf einer Balkenlage befestigt ist, befindet sich das Untergestell *B* der Centrifuge und der Bock *C*, welcher die Welle *D* trägt. Der Bock *C* ist auf den auf der Grundplatte befestigten geschlitzten Platten verschiebbar und wird durch Schraubenbolzen in seiner Lage erhalten. Diese Beweglichkeit des Bockes ermöglicht die mehr oder minder starke Anspannung des Riemens, welcher die Lauftrommel bewegt. Die Welle *D* trägt die Leerscheibe und die Antriebscheibe *g*. Der Ausrücker, der mittelst der Stange *e* und eines Kniehebels von der Hinterseite der Centrifuge regiert werden kann, dient dazu, den Treib-

---

Luft- und Dampfmischungen (Nebeldecken), die bei 50° angewendet werden; die russische, indirekte Dampfdecke findet durch äussere Erwärmung der Centrifugentrommel auf 40° statt, hierbei verflüssigt sich der Syrup und fliesst ab.

riemen *h* von der Leerscheibe auf die Riemenscheibe und umgekehrt zu bringen.

Die Riemenscheibe *g* überträgt mittelst des breiten verschränkten Riemens *h* die Bewegung von der Welle *D* auf die Riemenscheibe *i*, welche auf der Spindel *E* der Centrifuge befestigt ist.

Das untere Ende der Spindel *E* dreht sich in dem beweglichen, aussen kuppelförmig abgedrehten Spurlager *k*, welches von dem auf der Grundplatte befestigten, in seinem oberen Theile kugelig ausgedrehten Bocke *L* getragen wird. Die Verbindung der Spindel *E* mit der Riemenscheibe *i* ist durch die mit dieser aus einem Stücke bestehende Bremsscheibe *m* gesichert.

Zum Tragen des Halslagers dient der starke Ring *F*. Durch denselben gehen sechs schmiedeiserne Stangen *n n* hindurch, welche an

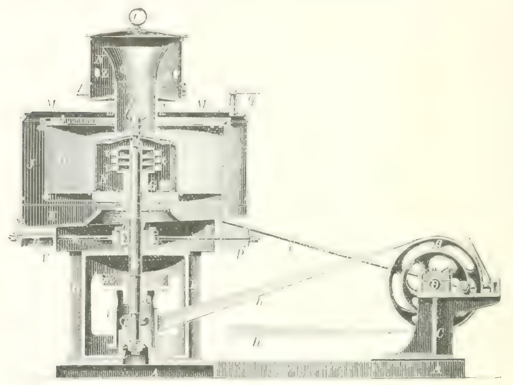


Fig. [illegible]. Centrifuge mit [illegible]

ihrem dem Inneren zugekehrten Ende mit einem Ringe *o* verbunden sind, der das Halslager der Spindel aufnimmt. Ihr entgegengesetztes Ende ist in Oeffnungen des Ringes *F* frei beweglich; ausserhalb des Körpers sind zahlreiche Lagen von weichen Gummischeiben *p* über dieselben geschoben, welche durch eine Metallplatte und eine auf das äusserste Ende von *n* gezogene Schraubenmutter gegen die Wand des Ringes *F* gepresst werden. Hierdurch wird dem Halslager eine bedingte Stabilität und Beweglichkeit nach Massgabe der Elastizität der Gummipresser gegeben. Oberhalb des Halslagers sitzt das starke Eisenstück *G* auf der Spindel; an diesem ist der Boden der Lauftrommel *H* befestigt. Der Boden der Trommel besteht aus einem starken, nicht gelochten Blech, ihr Mantel aus gelochtem Blech. Sie ist oben bis auf einen nach dem Innern vorspringenden Rand offen; inwendig mit

einem dünnen, ganz fein gelochten Messingblech ausgelegt. Ringsum ist die Trommel von dem Mantel *I* umhüllt, der den aus dem Zucker ausgeschleuderten Syrup zurückhält und ihn von seinem nach einer Seite geneigten Boden *K* in das Rohr *L* abfliessen lässt. Oben ist der Mantel mit einem Deckel *M* verschlossen. Dieser wird durch die Schieber *q* durch Bajonettverschluss an dem Rande des Mantels befestigt. Ein einfaches Umdrehen der Handhaben genügt, um diese Verbindung zu lösen, worauf der Deckel mit den daranhängenden weiteren Theilen mittelst eines Flaschenzuges, dessen Haken in den Ring *r* eingehängt wird, in die Höhe gezogen werden kann.

Inmitten der Trommel, mit dem Boden derselben fest verbunden, erhebt sich der Konus *N* (unten), und in diesem befindet sich der Gleichgewichtsregulator (System Fesca). Derselbe besteht aus vier an der Spindel befestigten Scheiben; zwischen je zwei dieser Scheiben liegt freigleitend ein genau abgedrehter Metallring *t*. Bei normaler Belastung liegen die Ringe während des Umlaufes der Trommel wie die Figur zeigt. Sobald sich jedoch die Trommel in Folge einseitiger Belastung zur Seite neigt, werden die Ringe durch die Centrifugalkraft nach der der Ueberlastung entgegengesetzten Richtung geschleudert, das Gleichgewicht wieder hergestellt und die Trommel wieder in die normale Lage gebracht.

Zum Bremsen der rotirenden Trommel dient die Bremsscheibe *m*, um welche ein mit drei Holzstücken garnirter Riemen lose geschlungen ist, so dass im umgespannten Zustande die Scheibe *m* frei zwischen den Holzstücken läuft. Die Riemenenden sind an einem Excenter befestigt, der mit dem Handgriff verbunden ist. Man braucht daher nur den Excenter zu drehen, um den Riemen zu spannen, die Hölzer anzudrücken und so den Stillstand zu bewirken.

Auf die Centrifuge ist oben eine Nebeldeckvorrichtung aufgesetzt. Sie besteht in einer auf dem Deckel angebrachten Lufthaube *N*, in welcher ein nach oben erweitertes Rohr *O* steckt.

Während des Umlaufs der Centrifuge wird durch die Oeffnung *Z* der Haube, welche nach Bedarf geöffnet und geschlossen werden kann, ein starker Luftstrom angesogen. Diesem mischt sich der durch ein seitlich in der Haube angebrachtes Rohr eintretende Dampf bei und strömt durch das zweite Rohr *O* in die Trommel. Das Kondensationswasser fliesst durch Z^1 ab. Der entwässerte Dampf wird gegen die Zuckermasse geschleudert und begünstigt hier durch Erwärmung und theilweise Auflösung das Abschleudern des Syruprestes.

Wenngleich bei der Centrifugenarbeit gegenüber der Bodenarbeit ein wesentliches Ersparniss an Zeit, Raum und Arbeitskraft bewirkt wird und dadurch der unbedingte Vorrang derselben garantirt ist, so ist doch in ersterem Fall die Ausbeute nicht völlig die gleiche, da stets Krystalle gelöst werden, wenn nicht Klärseldecke angewendet wird.

c) Würfel- und Plattenzucker wurde früher aus Zuckerbroten (Melis) durch Zersägen und Zerschneiden bereitet, während jetzt die centrifugirte Zuckermasse zu Platten oder Stäben gepresst wird, aus welchen besondere Knipsmaschinen die Würfel oder Plättchen herstellen.

2. Farinzucker,

gepulverter Zucker, wird meist aus Ausschussbroten oder Zuckerabfällen durch Mahlen [1]) gewonnen, oder man stellt ihn, ähnlich wie den Pilézucker, in der Centrifuge dar.

3. Krystallzucker

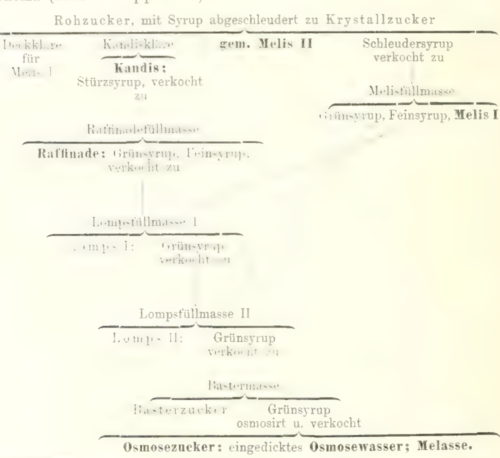
hat sich in Deutschland nur wenig eingebürgert. Zur Darstellung wird bei niederer Temperatur und geringem Druck langsam gekocht. Gemaischt, centrifugirt, gedeckt und getrocknet wird wie oben.

4. Kandiszucker

bildet grosse Krystalle, die aus blank gekochter Füllmasse durch allmähliches Abkühlenlassen in den Kandispotten, Krystallisirgefässen von konischer Form, erhalten wird; an eingezogenen Zwirnsfäden setzen sich die Zuckerkrystalle ab. Aus Rübenzucker lässt sich nur weisser Kandis bereiten, da der unreine braune Syrup den Geschmack beeinträchtigen würde; man färbt daher mit Zuckercouleur etc. Der Rohrzucker liefert auch einen wohlschmeckenden braunen Syrup.

Die Ausbeute bei der Raffinerie aus 100 kg Rohzucker (von 95 bis 97 % Polarisation) ist 88 bis 92 kg weisser Verkaufszucker von 99,8 bis 100 %, ferner 5 bis 8 kg Melasse.

Eine Uebersicht des Betriebes einer Zuckerraffinerie gibt folgendes Schema (nach v. Lippmann):



[1]) Sehr geeignet sind die Excelsiormühlen des Grusonwerkes (siehe Spiritus), die in der Stunde bis zu 2000 kg zermahlen.

Lomps I und II sowie Basterzucker wurden grösstentheils wieder auf Melis verarbeitet; der Rest und Osmosezucker lieferten Farinzucker. — Deck-, Kandis- und Meliskläre sowie der Schleuder- und Grünsyrup wurden über Knochenkohle filtrirt.

C. Melassenentzuckerung.

Die Melasse enthält im Durchschnitt 45 bis 50% Zucker, 25 bis 20% sonstige organische Bestandtheile (stickstoffhaltige und stickstofffreie), 10% Asche, 20% Wasser. Die Melasse beträgt 2,1 bis 4,3% vom Rübengewicht.

Verwendung fand die Melasse früher fast ausschliesslich in der Spiritusfabrikation, während sie jetzt vorwiegend entzuckert wird. Besondere Bedeutung hat die Melassenentzuckerung unter dem alten Zuckergesetz gewonnen, nach welchem der aus ihr dargestellte Zucker steuerfrei war; nach dem neuen Gesetz wird er dagegen besteuert, so dass das Verfahren weniger rentabel ist.

Die Verarbeitung begründet sich auf das

I. Osmoseverfahren (vergl. oben bei der Diffusion);

II. Saccharatverfahren, bei welchem der Zucker in schwer lösliches Saccharat verwandelt, gereinigt und wieder zerlegt wird; man unterscheidet:

1. Kalksaccharatverfahren;
   a) mit Anwendung von Alkohol (Elutions- und Fällungsverfahren),
   b) ohne Anwendung von Alkohol (Substitutions- und Ausscheidungsverfahren);
2. Strontianverfahren.

I. Das Osmoseverfahren

ist Anfang der 60er Jahre von Dubrunfaut in Frankreich eingeführt worden. Das Wesen der Osmose ist schon oben (S. 419) erörtert; für die Melassenentzuckerung hat sie insofern Bedeutung, als die in der Melasse enthaltenen Salze schneller als der Zucker durch eine Membran diffundiren. Trennt man daher ein Gefäss mit Melasse und ein solches mit Wasser durch ein Pergamentblatt, so erhält man nach einiger Zeit eine salzarme Zuckerlösung und zuckerarme Salzlösung. Durch Erwärmen wird der Prozess gefördert.

Der in der Technik benutzte Apparat besteht aus mehreren neben einander befindlichen Rahmen, die durch Pergamentpapier von einander getrennt sind und eine grössere Anzahl Kammern: 1, 2, 3, 4 etc. bilden. Die Kammern 1, 3, 5 etc. werden mit warmem Wasser, die anderen mit warmer Melasse beschickt. Von Zeit zu Zeit werden die Flüssigkeiten in entgegengesetztem Sinn durch die Kammern geleitet, um abgeschiedene schleimige Stoffe zu entfernen.

Die Osmoseapparate haben grosse Aehnlichkeit mit den Filterpressen. In der abgebildeten Konstruktion von A. L. G. Dehne, Halle (Fig. 193) wird durch ein feststehendes Kopfstück *A*, einen gusseisernen Bock *C* und vier schmiedeeiserne Schienen *F* ein Gestell gebildet, in welches die Holzrahmen und das bewegliche Kopfstück *B* eingesetzt sind. Eine kräftige Spindel in der Mitte des Bockes dient zum Zusammenpressen der Rahmen, welche auf der einen Seite dreieckige, auf der anderen viereckige Griffe haben; beim Zusammensetzen des Apparates ist darauf zu achten, dass alle gleichartigen Griffe auf einer Seite sitzen. Die Hälfte der Rahmen ist oben dachförmig zugeschärft, und es muss beim Zusammensetzen stets ein dachförmiger mit einem glatten Rahmen wechseln. Geeignete Oeffnungen in den Rahmen bilden im Apparat fortlaufende Kanäle, durch welche die zu dialysirende Flüssig-

keit und das Wasser so vertheilt wird, dass abwechselnd eine Kammer mit Melasse und die nächste mit Wasser gefüllt ist. Der Zufluss beider Flüssigkeiten erfolgt stetig durch die beiden erhöhten Schalen *D* und *E*. Die beiden niedrigen Schalen *G* und *H* sind die Abflussschalen für das Wasser und die gereinigte Zuckerlösung und sind so eingerichtet, dass in jeder ein Aräometer schwimmen kann. Durch *J* entweicht die Luft aus dem Apparat; *K* und *L* dienen zum Entleeren der Kammern. Alle 24 bis 36 Stunden stellt man den Hebel am festen Kopfstück um, nachdem der Apparat entleert ist, wodurch die Kammern im umgekehrten Sinn gefüllt und die Papiere in umgekehrter Richtung be-

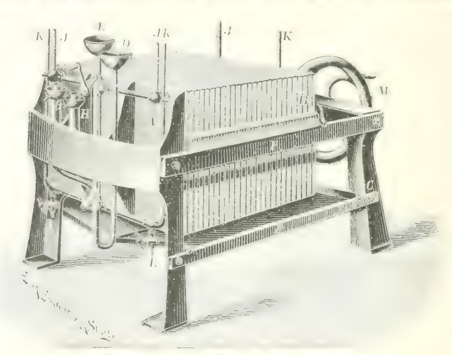


Fig. [illegible] Osmoseapparat von A. L. G. Dehne.

ansprucht werden. Alle 2 bis 3 Tage wird der Apparat gereinigt, indem man angesäuertes Wasser in die Schalen *E* und *D* laufen lässt. Die Papiere werden gewöhnlich alle 6 bis 7 Tage ausgewechselt. Gewöhnlich lässt man die Melasse mit 80°, das Wasser mit 90° den Apparat passiren. Je unreiner die Melasse ist, um so mehr Wasser muss man anwenden.

Einen **Verdampf-Osmoseapparat** hat **Leplay** eingeführt, um die bei der Osmose durch diffundirendes Wasser verdünnte Melasse auf gleicher Dichte zu erhalten. Durch Kombination dieses Verfahrens mit der einfachen Osmose (**doppelte Osmose**) sollen mit 100 Rahmen 70% Salze abgeschieden werden, während das oben skizzirte einfache Verfahren nur ca. 50% entfernt. Die noch salzhaltige Zuckerlösung wird dem Blankkochen unterworfen und die Füllmasse centrifugirt. Der Ablaufsyrup wird osmosirt und der Prozess noch zum dritten Male wiederholt.

Die **Ausbeute** besteht aus ca. 20 bis 25% dunkler Nachprodukte (92 bis 93 Polarisation) und 30% Restmelasse von annähernd demselben Zuckergehalt wie die zuerst angewandte. Eine nochmalige Osmose

findet jedoch nicht statt, da hier der Nichtzucker wesentlich aus schwer diffundirbaren organischen Stoffen besteht.

II. Saccharatverfahren.

1. **Kalksaccharatverfahren.** a) Mit Anwendung von Alkohol. α) Das **Elutionsverfahren** begründet sich auf die Untersuchungen von **Péligot**, der zuerst mittelst des **Tricalciumsaccharates** ($C_{12}H_{22}O_{11}.3CaO$ (dreibasischer **Zuckerkalk**, **Melassekalk**) aus Melasse Zucker darstellte. 1862 gewann **Stammer** mittelst Kalk- und Strontiumhydroxyd Saccharate, die durch Alkohol gereinigt wurden. Technische Bedeutung gewannen diese Verfahren erst durch **Scheibler's** 1865 eingeführte Methode, die in folgende Einzelprozesse zerfällt:

α) Mischung der Melasse mit so viel gelöschtem Kalk, dass auf 1 Thl. Zucker 3 Thle. Kalk kommen;

β) Austrocknen der beim Erkalten erstarrenden Masse;

γ) Extrahiren mit Spiritus (35 ° Tr.), wobei das Saccharat ungelöst bleibt. Der Spiritus wird durch Destillation abgeschieden und von Neuem verwendet.

Das Saccharat wird zum **Scheiden** (s. S. 428) benutzt, wobei sein Kalk die fällbaren Bestandtheile des Rübensaftes ausscheidet und der Zucker in Lösung geht.

Die Schwierigkeiten, die das Austrocknen der Kalkmischung machte, umging **Seyferth**, indem er Aetzkalk statt gelöschten verwendete und dadurch in einer Operation eine trockene, leicht auslaugbare Masse erhielt.

Die **Elution** (Auslaugung) nimmt man in 6 bis 8 eisernen Cylindern (Elutoren) vor, die zu einer Batterie vereint sind. Ist nach viermaligem Auslaugen die Masse erschöpft, so verwandelt man das Saccharat durch Einleiten von Dampf in den Elutor in **Zuckerkalkmilch**, die an Stelle des Kalks in den Scheidebetrieb gelangt.

Aehnlich verfährt **Eissfeldt**, der den Melassekalk in dichter, plastischer Form darstellt und zum Auslaugen in dünne Spähne zerschneidet.

Manoury mischt die Melasse mit staubförmigem Aetzkalk und erhält nach dem Absieben des überschüssigen Kalks eine kleinkörnige Masse, die wie oben behandelt wird.

Auch **Weinrich** verwendet zu Pulver gelöschten Aetzkalk, und mischt die Melasse damit unter Erwärmen auf 100 °.

O. Köhler untersuchte Durchschnittsproben aus dem **Elutionsbetrieb**. Der Melassekalk wurde nach dem **Eissfeldt**'schen Verfahren bereitet. Der Spiritus war von 38 bis 40 ° Tr. und enthielt 2,1 % Ammoniak. Von den Ergebnissen der angestellten drei Versuchsreihen seien diejenigen der letzten mitgetheilt:

A. Zusammensetzung der Melasse:

Wasser	23,57 %	
Zucker (+ Raffinose)	52,90	
Mineralstoffe (frei von CO_2) . . .	6,60	
Organischer Nichtzucker	16,93	mit 1,3167 % N.

100 Thle. Trockensubstanz der Melasse enthalten:

Zucker	69,21 %	
Kaliumoxyd	5,3971	= 8,64 % Asche frei von CO_2
Natriumoxyd	1,4706	
Kalk	0,8282	
Magnesia	0,0157	
Eisenoxyd und Thonerde	0,0222	
Unlösliches	0,0091	
Schwefelsäure	0,5273	
Chlor	0,4187	
Phosphorsäure	0,0405	
Organischer Nichtzucker	22,15	mit 1,7228 % N.

B. Zusammensetzung der Elutionslauge.

	Spirituöse Lauge	Spiritusfreie Endlauge (Dünger)
Wasser	86,90 %	79,80 %
Zucker + Raffinose	3,66	5,65
Mineralische Bestandtheile frei von CO_2	2,21	4,97
Organischer Nichtzucker	6,23	9,58 mit 0,7556 % N

100 Thle. Trockensubstanz der Lauge enthalten:

Zucker	27,94 %	
Kaliumoxyd	13,2079	= 24,58 % Asche frei von CO_2
Natriumoxyd	4,1485	
Kalk	4,9257	
Magnesia	0,0545	
Eisenoxyd und Thonerde	0,1436	
Unlösliches	0,0458	
Schwefelsäure	0,8465	
Chlor	1,3768	
Phosphorsäure	0,1436	
Organischer Nichtzucker	47,48	mit 3,74 % N.

C. Zusammensetzung der erhaltenen Füllmasse:

Wasser	26,02 %	
Zucker	67,45 „	
Mineralische Stoffe, frei von CO_2	2,12 „	
Organischer Nichtzucker	4,41 „	mit 0,3458 % N.

100 Thle. Trockensubstanz der Füllmasse enthalten:

Zucker	91,17 %	
Kaliumoxyd	0,7953	= 2,86 % Asche frei von CO_2
Natriumoxyd	0,2736	
Kalk	1,3829	
Magnesia	0,0716	
Eisenoxyd und Thonerde	0,1085	
Unlösliches	0,0147	
Schwefelsäure	0,1972	
Chlor	0,0113	
Organischer Nichtzucker	5,97	mit 0,4674 % N.

D. Die Zusammensetzung der Aschen der letzten Versuchsreihen und der vorhergehenden war folgende:

	Melassen-Aschen			Laugen-Aschen		
Kaliumoxyd	45,08	39,70	43,10	36,80	38,03	33,50
Natriumoxyd	12,08	10,78	9,65	11,56	11,13	8,82
Kalk	6,92	12,28	7,94	13,73	13,38	18,42
Magnesia	0,13	0,40	0,22	0,15	0,21	0,26
Eisenoxyd und Thonerde	0,18	0,74	0,66	0,41	0,52	0,40
In Salzsäure Unlösliches	0,08	0,38	0,38	0,13	0,18	0,10
Schwefelsäure	4,40	2,74	2,55	2,36	2,91	2,70
Chlor	3,50	3,24	3,97	3,83	3,46	3,89
Phosphorsäure	0,34	0,25	0,21	0,40	0,17	0,16
Kohlensäure	28,07	30,67	32,09	31,19	30,63	32,40
	100,78	101,18	100,77	100,56	100,62	100,65

β) Das Fällungsverfahren ist von Drevermann eingeführt worden und beruht auf der Fällung des Zuckers als Trisaccharat, indem man die alkoholische Melasselösung mit alkoholischer Kalkmilch versetzt; Nichtzucker bleibt hierbei grösstentheils gelöst. Durch Filterpressen wird das Saccharat von der Lauge geschieden, gewaschen, von Alkohol durch komprimirte Luft befreit und mit Wasser in Kalkmilch und Zucker zerlegt. Da das Saccharat noch Alkohol enthält, wird in Destillirblasen gelöscht.

Gundermann und Sostmann haben eine Vorreinigung der Melasse eingeführt, indem sie dieselbe in alkoholischer Lösung mit Chlorcalcium und Kalk versetzen und dann Kohlensäure einleiten; hierdurch werden die Natron- und Kalisalze organischer Säuren als unlösliche Calciumverbindungen gefällt und ausserdem andere Verunreinigungen durch den Kalk abgeschieden; die Lösung wird vom Niederschlag getrennt.

b) Ohne Anwendung von Alkohol. α) Die Substitution. Dies Verfahren ist von Steffen, Buonaccorsi und Drucker in die Technik eingeführt worden; es beruht darauf, dass auf Zusatz von Kalkmilch zu einer kalten, verdünnten Zuckerlösung lösliches Monocalciumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11}CaO$ entsteht, das in der Hitze in unlösliches Tricalciumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11}3CaO$ und Zucker übergeht:

$$\underbrace{3C_{12}H_{22}O_{11}CaO}_{\text{Monocalciumsaccharat}} = \underbrace{C_{12}H_{22}O_{11}3CaO}_{\text{Tricalciumsaccharat}} + \underbrace{2C_{12}H_{22}O_{11}}_{\text{Zucker}}.$$

Die Melasse wird bis auf einen Zuckergehalt von 7 % verdünnt und nach dem Zusatz von Kalk in Autoklaven erhitzt, hierauf wird vom Tricalciumsaccharat filtrirt und dieses wie oben zerlegt und verwendet. Zur Gewinnung des noch zu zwei Dritteln in der Melasse enthaltenen Zuckers (s. die obige Gleichung) kühlt man die Mutterlauge auf ca. 50° ab, versetzt sie mit so viel Melasse — substituirt —, bis wieder der frühere Zuckergehalt von 7 % erreicht ist, kühlt dann auf 15° ab, setzt Kalk zu und verfährt wie oben. Um eine zu grosse Anreicherung an Nichtzucker in der Lauge zu vermeiden, wird täglich der neunte Theil ausgeschlossen und direkt auf Tricalciumsaccharat verarbeitet, indem man die Ablauge entfernt.

Eine schematische Darstellung des Betriebes zeigt Fig. 194 (nach Stammer). Aus dem Messgefäss B gelangt die Melasse in den zur Fällung des Saccharates dienenden sogen. Kühlmaischer A, während aus dem Behälter C Waschlauge der Zuckerkalkpressen zufliesst. Das durch ein sehr feines Metallsieb getriebene Kalkmehl geht durch das Messgefäss D, welches als Trommel mit vier Flügeln ausgeführt wird, so dass der Raum zwischen den Flügeln 4 kg Mehl enthält. Der Kühlmaischer besteht aus einem cylindrischen Gefässe mit eingesetzten Röhren, welche von Kühlwasser umflossen werden. Eine in dem unteren, weiteren Rohre befindliche Welle trägt Flügel und die Mischschraube; besondere Röhren leiten die Melasse, Kalk, Wasser und Waschlauge hinzu.

25 hl der auf 7 % Zuckergehalt verdünnten Melasse kühlt man unter Bewegung der Rührschraube so weit als möglich ab, dann führt man durch das Flügelrad das Kalkmehl allmählich ein. Der Inhalt des Kühlmaischers wird nun mittelst einer bei P befindlichen Pumpe durch die

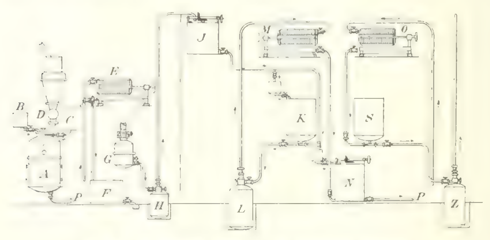


Fig. 194. Schematische Darstellung des Substitutionsbetriebes.

Filterpressen E gedrückt. Aus dieser fliesst zunächst die Lauge ab, welche fast keinen Zucker enthält und deshalb sofort aus dem Betriebe scheidet. Dann wird ausgewaschen, die erste Lauge entfernt, die letzte zur weiteren Benutzung in F gesammelt, das ausgewaschene weisse Saccharat in der Zuckermühle G in Zuckerkalkmilch verwandelt und durch H in den Sammelbehälter J gepresst. Das zerriebene Produkt gelangt in die Maischtrommel und wird als fertige Kalkmilch abgezogen. In K wird Rübensaft mit einem Theile der Zuckerkalkmilch saturirt, durch den Saftheber L nach der Filterpresse M gehoben, filtrirt und im Mischgefäss N mit der übrigen Zuckerkalkmilch aus M gemischt. Das Gemisch geht durch P zum Abscheiden des Kalkes nach den Filterpressen O. In S erfolgt die Saturation des Safts aus der Filterpresse O; Z ist der Saftheber.

β) Das Ausscheidungsverfahren von Steffens ist vollkommener als das obige und beruht auf der Ausfällung von Tricalciumsaccharat durch Eintragen von überschüssigem staubförmigem Aetzkalk in verdünnte Zuckerlösungen. Man verdünnt die Melasse wie oben und vermischt sie portionenweise unter Abkühlung in Kühlmaischern

mit ca. 60 bis 70 % Kalk; die Temperatur soll nicht viel über 15° steigen. Nach dem Abpressen und Auswaschen des Niederschlags mit möglichst kaltem Wasser wird das Saccharat wie oben zur Scheidung benutzt. Die abfliessende Lauge mit ca. 0,7 % Zucker wird eventuell durch Erhitzen auf 90° (wobei Saccharat ausfällt, s. o.) noch weiter verarbeitet. Die Ausbeute aus der Melasse beträgt ca. 40 % Rohzucker neben 10 % Restmelasse.

2. Das Strontiumsaccharatverfahren, Strontianverfahren, ist zuerst von Dubrunfaut 1849 in Vorschlag gebracht worden. Neuerdings hat es Scheibler (Z. f. Rübenzuckerind. 7. 49; 8. 2) in vervollkommneter Weise in die Technik eingeführt. Es liefert einen krystallisirten Zucker und wird daher besonders in Raffinerien ausgeübt. Die Ausbeute ist grösser wie bei den anderen Verfahren und beträgt 12 bis 14 %.

a) Das erste Scheibler'sche Strontianverfahren beruht auf der Ueberführung des Zuckers in Distrontiumsaccharat $C_{12}H_{22}O_{11}2SrO$. Die Schwierigkeiten liegen in der Innehaltung der richtigen Temperatur und der Zersetzung des Bisaccharats. Den Prozess veranschaulicht das Schema auf S. 464 (nach Possanner):

b) Das neuere, verbesserte Scheibler'sche Verfahren läuft auf die Bildung des Monostrontiumsaccharats hinaus. Man setzt der Melasse so viel heiss gesättigte Strontianlösung zu, dass auf 1 Molekül Zucker ca. 1,5 Molekül Strontiumhydroxyd kommen. Nach dem Abkühlen der etwa 70° warmen Lösung und Filtriren erhält man ca. 75 bis 80 % des Zuckers als Monosaccharat, das mit so viel Wasser gemaischt wird, dass eine 20%ige Zuckerlösung entsteht. Hierauf wird bis auf eine Alkalinität von 0,04 bis 0,06 % SrO saturirt und auf Füllmasse bezw. Konsumwaare gearbeitet. In der Ablauflauge vom Monosaccharat sind noch 20 bis 25 % Zucker der Melasse enthalten und wird aus dieser in Form des Bistrontiumsaccharats gewonnen, welche durch Zusatz von Melasse in das Monosaccharat verwandelt und in den Betrieb eingeschaltet wird.

Die vom Bistrontiumsaccharat abfallende Endlauge, die fast zuckerfrei ist, aber noch 12 bis 14 % Strontian enthält, wird noch auf diesen resp. das Karbonat verarbeitet. Das feuchte Karbonat formt man zu Ziegeln, die nach dem Trocknen durch Glühen in Gaskammeröfen in Strontiumoxyd verwandelt werden.

Von den einzelnen Vorgängen gibt das Schema auf S. 465 eine Vorstellung:

Das Strontianverfahren ist in Deutschland am meisten in Anwendung.

Die Endlaugen sämmtlicher Entzuckerungsverfahren benutzt man in Folge ihres Kaligehalts entweder zur Düngung oder zur Pottaschegewinnung; in letzterem Fall entfernt man mit Kohlensäure den vorhandenen Kalk. Das Verdampfen der Schlempe erfolgt allgemein in Vakuumapparaten und das Verbrennen der eingedickten Flüssigkeit in Etagenöfen, hinter denen behufs Ausnutzung der heissen Rauchgase Dampfkessel angeordnet sind. Von 100 kg Melasse erhält man, wie Wilkening (Z. ang. Chem. **1891**. 597) ausführt, 10 bis 12 kg Pottasche mit 45 bis 55 % kohlensaurem Kalium. Die werthvollen Stickstoffbestandtheile der Melasse gehen bei der Verbrennung verloren.

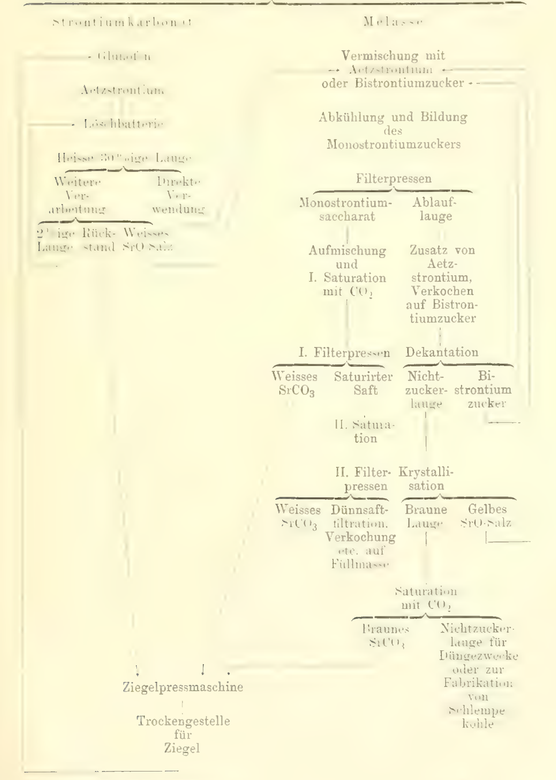
Schema des Strontianverfahrens (ältere Methode).

Die Melasse wird mit Aetzstrontian gekocht (1 Molekül Zucker, 3 Moleküle Aetzstrontian). Das entstandene **Bisaccharat** wird durch Nutschapparate oder Filterpressen von der Lauge getrennt. Es ergeben sich:

- **Strontian-Bisaccharat.** Das Saccharat wird mit Wasser gemischt und unter 15° abgekühlt
  - In Lösung bleibt: Rohzucker und ein Theil des Strontiumhydrats. Die Lösung (Zuckermaische) wird mit Kohlensäure gesättigt und filtrirt. I. Saturation. Es entsteht
    - Zuckerlösung. Diese gelangt zur II. Saturation und wird filtrirt
      - **Zuckerlösung** zur Raffinerie (Eindampfen) **Hauptprodukt**
      - Gefälltes Strontiumkarbonat
    - Gefälltes Strontiumkarbonat
  - Krystallisation (Schleudersalz) $[Sr(OH)_2 + H_2O]$
- **Lauge.** Die Lauge zerfällt beim Erkalten in
  - Braunes Salz $[Sr(OH)_2 + H_2O]$, das direkt von Neuem verwendet wird
  - Braune Mutterlauge; sie wird mit der Decklauge gemengt, kalt saturirt und filtrirt
    - Gefälltes Strontiumkarbonat
    - Die Filtrate (Schlempe) werden eingedampft und gelangen in die Pottaschenfabrik resp. in den Schlempeverkohlungsofen.

Das gefällte Strontiumkarbonat wird nach dem Trocknen und Formen geglüht; auf diese Weise wird Strontiumoxyd und durch Löschen desselben Strontiumhydroxyd wieder gewonnen, das in den Kreislauf zurückkehrt.

Schematische Uebersicht des Zusammenhanges der Operationen bei dem Strontianverfahren (neuere Methode).



Die Produktion von Melasse betrug 1889/90 etwa 375 000 t, davon gingen zur Entzuckerung 256 850 t, zur Spiritusbereitung 31 000 t, der Rest gelangte zur Ausfuhr oder diente zu technischen Zwecken. Der Stickstoffgehalt der Melasse beträgt nach Märcker durchschnittlich 1,5 %; es entgehen also der deutschen Industrie damit alljährlich 4300 t Stickstoff, was einen Kapitalverlust von etwa 5 Millionen Mark beträgt!

Zucker aus anderen Rohmaterialien.

1. Das Zuckerrohr

(Saccharum officinarum) gehört zu den Gräsern. Es stammt aus Indien und China und wird hauptsächlich in West- und Ostindien, Brasilien etc. gebaut. Der Halm ist 3 bis 6 m hoch und 4 bis 6 cm dick. Die Saftmenge im Rohr beträgt ca. 90 % mit 15 bis 19 % Zucker. Die Kolonialzuckerfabrikation ist meist eine äusserst primitive und liefert nur etwa 20 bis 60 % Ausbeute an Rohzucker, obwohl die Isolirung des Zuckers leichter als aus dem Rübensaft zu ermöglichen ist. Mangel an Brennstoff, an technischen Hülfsmitteln, sowie schlechte Transportverhältnisse sind die Ursache hierfür. Nur wenige Fabriken in Brasilien arbeiten nach rationellem Verfahren (Diffusion, Saturation, Filtration, Schleudern etc.) und gewinnen ca. 60 % des Gesammtzuckers als Rohzucker.

In Nordamerika hat man jetzt angefangen, das Diffusionsverfahren einzuführen, und stellt günstige Resultate in Aussicht (Spencer, Saftgewinnung aus dem Zuckerrohr durch Diffusion, Washington 1889). Die Vorzüge des Verfahrens zeigen Untersuchungen von Ziegesar (W. J. 1889), nach denen der Zuckerverlust auf 100 Thle. Rohr bei dem Pressverfahren 30 %, bei der Diffusion nur 16 % beträgt.

Die meisten westindischen Fabriken quetschen das Rohr mittelst warmer Walzen aus, wobei nur ca. 70 % des Gesammtzuckers gewonnen werden, während der Rest im ausgepressten Rohr, der Bagasse, zurückbleibt, die als Feuerungsmaterial dient. Der Saft wird unter Zusatz von 0,2 bis 0,5 % Kalk in offenen Schalen bis auf ca. 25° Bé. eingedampft und dann in anderen Schalen eventuell im Vakuum auf Korn verkocht; dann lässt man den Syrup ablaufen oder schleudert ihn ab. Die Ausbeute ist 20 bis 40 % vom Gesammtzucker im Rohr.

Muscovade (Cassonade) ist karamelreicher, in offenen Schalen eingedickter Zucker. Molasse, Melado ist die nicht vom Syrup getrennte Füllmasse.

Karamel und Aetherarten geben dem Rohrzucker, der auch farblos und fast rein in den Handel kommt, einen eigenthümlichen Geruch und Geschmack. Er enthält oft mehrere Prozente Invertzucker.

Die Zuckerrohrmelasse zeichnet sich durch angenehmen Geruch und Geschmack aus, so dass sie, im Gegensatz zur Rübenzuckermelasse, direkt konsumirt werden kann. Neben 50 % Saccharose enthält sie viel Invertzucker, Karamel, Aetherarten und wenig Salze. Bei der Gährung liefert sie Rum.

2. Die Zuckerhirse, Sorghum

(Sorghum saccharatum) gehört ebenfalls zu den Gräsern. Die Gewinnung von Zucker aus ihr im Grossen hat sich trotz mehrfacher Versuche in Nordamerika als wenig aussichtsvoll erwiesen, da der Saft viel Salze, Gummi und Invertzucker enthält. Vorwiegend wird das Sorghum daher zur Spiritusgewinnung benutzt.

3. Ahornzucker

wird insbesondere in Delaware und Otsego durch Anzapfen des Zuckerahorns (Acer saccharinum) gewonnen, und zwar werden in günstigen Jahren ca. 1000 t auf den Markt gebracht. Die Fabrikation ist meist eine sehr primitive.

4. Milchzucker (s. Bd. IV)

wird aus Molke, die ca. 5 % davon enthält, durch Kochen mit Kalkmilch, Saturiren, Filtriren etc. ähnlich wie der Rübenzucker dargestellt.

Eigenschaften. A. Reine Saccharose[1]) von der Zusammensetzung $C_{12}H_{22}O_{11}$ bildet farblose, monokline Krystalle vom SG. 1,58, die sich in Wasser leicht lösen. Die gesättigte Lösung enthält bei 0° 64,7 %, bei 100° 82,5 % Zucker. Absoluter Alkohol löst sie schwer, verdünnter um so leichter, je mehr er Wasser enthält. Vergl. die nachstehenden Tabellen. Aether löst sie nicht.

Beim vorsichtigen Erhitzen schmilzt Saccharose bei 160° und erstarrt zu einer amorphen Masse, die allmählich wieder krystallinisch wird. Längeres Erhitzen auf 170° bewirkt eine Zerlegung in Dextrose und Lävulose. Bei höherer Temperatur tritt Färbung unter Karamelbildung ein.

Die Saccharose ist optisch aktiv und dreht in Lösungen bis zu 25 % die Ebene des polarisirten Lichtes rechts: $\alpha_D = 66,5$. Durch starke Verdünnung, durch Anwesenheit von Alkalien oder Erdalkalien wird die Drehung verringert.

Löslichkeit von Zucker in reinem Wasser.

Temperatur	Zucker	Temperatur	Zucker	Temperatur	Zucker
0°	65,0 %	20°	67,0 %	40°	75,8 %
5	65,2	25	68,2	45	79,2
10	65,6	30	69,8	50	82,7
15	66,0	35	72,4		

Löslichkeit in Mischungen von Wasser und Alkohol.

Alkohol %	Bei 0°		Bei 14°		Bei 40°
	Vol.-Gew. bei 17,5°	g Zucker in 100 ccm	Vol.-Gew. bei 17°	g Zucker in 100 ccm	g Zucker in 100 ccm
0	1,3248	85,8	1,8258	87,5	105,2
20	1,2360	74,2	1,2662	74,5	90,0
40	1,1823	56,7	1,1848	58,0	74,9
60	1,0500	32,9	1,0582	33,9	49,9
80	0,8931	6,4	0,8953	6,6	13,3
97,4	0,8062	7,08	0,8082	0,86	0,5

---

[1]) Von Saccharum officinarum (Zuckerrohr) abgeleitet. Ueber die Beziehungen zur Dextrose etc. s. S. 306.

Volumgewichte von Rohrzuckerlösungen bei 15° (Scheibler).

Prozente	Vol.-Gew.	Prozente	Vol.-Gew.	Prozente	Vol.-Gew.
1	1,00390	28	1,12044	55	1,26144
4	1,01576	31	1,13482	58	1,27879
7	1,02789	34	1,14952	61	1,29650
10	1,04027	37	1,16452	64	1,31457
13	1,05293	40	1,17985	67	1,33301
16	1,06586	43	1,19550	70	1,35182
19	1,07907	46	1,21147	73	1,37101
22	1,09257	49	1,22779	—	—
25	1,10635	52	1,24444	—	—

Volumgewicht gesättigter Rohrzuckerlösungen (G. Flourens).

Temperatur	Prozente Zucker	Grade Beaumé bei		Grade Gay-Lussac bei	
		der Beobachtgs.-Temperatur	15°	der Beobachtgs.-Temperatur	15°
0°	64,70	35,30	34,60	132,35	131,50
20	66,50	35,60	35,75	132,75	132,90
40	69,75	36,40	37,50	133,75	135,10
60	74,00	37,90	39,90	135,60	138,20
80	78,35	39,30	42,20	137,40	141,30
100	82,50	40,30	44,10	138,75	144,00

Verdünnte Säuren bewirken die Inversion, d. h. die Spaltung in Dextrose und Lävulose im Sinne folgender Gleichung:

$$\underbrace{C_{12}H_{22}O_{11}}_{\text{Saccharose}} + \underbrace{H_2O}_{\text{Wasser}} = \underbrace{\underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Dextrose}} + \underbrace{C_6H_{12}O_6}_{\text{Lävulose}}}_{\text{Invertzucker}}.$$

Da die Lävulose stärker links als die Dextrose rechts dreht, so dreht deren Mischung, Invertzucker, im Gegensatz zur Saccharose, links — es hat eine Umkehrung (Inversion) in der Drehungsrichtung stattgefunden. Schon sehr schwache Säuren und minimale Mengen starker Säuren [1]) vermögen diese Inversion zu bewirken. Wird dagegen mit viel Säure zu lange erhitzt, so reagirt die Säure auf den Invertzucker und es entstehen dextrinartige Reversionsprodukte.

Konzentrirte Säure bewirkt Zersetzungen. Verdünnte Alkalien verändern sie nicht. Mit den Erdalkalien und Metalloxyden entstehen salzartige Verbindungen (Saccharate), von denen diejenigen des Kalks und Strontians die oben beschriebene technische Bedeutung haben (s. Melasseentzuckerung).

Das leicht lösliche Monosaccharat des Kalks entsteht beim Zusatz von Kalkmilch zu einer Zuckerlösung in der Kälte. Wird seine klare Lösung erhitzt, so fällt das Trisaccharat aus, und beim Abkühlen bildet sich das Monosaccharat zurück. Wenn man eine verdünnte Zuckerlösung bei einer Temperatur, die nicht 35° übersteigt, mit sehr fein gepulvertem Aetzkalk versetzt, so löst sich dieser erst, bis nach weiterem Zusatz das Trisaccharat ausfällt. Auch Calciumbisaccharat ist in schönen grossen Krystallen erhalten.

Monostrontiumsaccharat erhält man als Krystallbrei beim Abkühlen

[1]) Wohl (B. 23. 2084) erhielt reinen Invertzucker durch einstündiges Digeriren auf dem Wasserbad von 80 Thln. Zucker und 20 Thln. Wasser mit 0,004 Thln. Salzsäure.

einer heissen Lösung von 1 Teil Zucker, 1 Teil Strontianhydrat und 3 Thln. Wasser unter Zusatz von Saccharatkrystallen.

Das Bisaccharat entsteht als sandiger Niederschlag durch Kochen einer Lösung von ca. 15 Thln Zucker und 15 Thln. Strontianhydrat in 100 Thln. Wasser. Fehling'sche Lösung wird bei kurzem Kochen mit Saccharose nicht reduzirt. Die meisten Hefearten vergähren die Saccharose leicht, nachdem dieselbe zuerst durch ein in der Hefe enthaltenes Enzym (Invertin) in Dextrose und Lävulose übergeführt ist.

B. Rübenzucker als Konsumwaare stellt nahezu reine Saccharose vor. Er enthält in reinster Form neben 99,9 % Zucker 0,05 % Wasser und 0,05 % Asche. Bei Krystallzucker schwankt dagegen der Gehalt an Nichtzucker zwischen 0,25 bis 1,20 %; Kornzucker enthält nur 94 bis 98 %, Ablaufzucker 92 bis 94 % Zucker etc.

C. Rohrzucker zeigt folgende Zusammensetzung:

Bestandtheile	Zucker aus Brasilien Nr.			Zucker aus Japan Nr.		
	1	2	3	4	5	6
Rohrzucker	99,28	88,00	91,39	84,62	71,01	70,97
Glykose	0,50	4,06	2,20	4,98	5,23	8,30
Wasser	0,40	2,02	1,22	2,97	3,56	5,74
Asche	0,25	2,40	0,07	1,25	2,82	4,16
Reste (organische)	0,15	3,70	5,12	6,18	17,38	6,40
Unlösliches in Wasser	—	—	—	—	—	4,43

Die als Speisesyrup in den Handel kommenden Rohrzuckermelassen enthalten nach Strohmer:

Bestandtheile	1	2	3	4
Wasser	25,87	28,96	25,97	25,72
Rohrzucker	41,91	41,31	39,60	37,30
Invertzucker	7,09	10,32	10,44	12,94
Optisch inaktiver Zucker	18,41	11,24	17,90	8,73
Asche	3,75	5,07	4,68	6,94
Organische fremde Stoffe	2,97	3,10	1,41	8,37

Der Rohzucker aus Rüben lässt sich leicht von dem aus Rohr unterscheiden, da er unangenehm nach Melasse riecht und schmeckt, während Rohrzucker einen aromatischen Geschmack hat.

Bei der Konsumwaare lässt sich ein Unterschied zwischen dem Zucker beider Provenienzen nur schwer erkennen.

Untersuchung. a) Qualitative. Eine Verfälschung von Rohzucker oder Raffinaden in Brotform ist nahezu ausgeschlossen. Gyps, Schwerspath, Kreide, Mehl, Dextrin, Stärkezucker lassen sich bequem nachweisen; die ersten durch ihre Unlöslichkeit in Wasser und Dextrin durch seine Rechtsdrehung — nachdem man den Zucker vergohren hat. — Stärkezucker ist durch die Reduktion beim Kochen mit Fehling'scher Lösung zu erkennen. (Verunreinigung mit Invertzucker bewirkt jedoch dieselbe Erscheinung.)

Die mikroskopische Prüfung lässt zuweilen die Herkunft des Zuckers durch Nachweis von Bruchstücken Zuckerrohr erkennen; auch Pilzvegetationen und Milben in schlecht gelagertem Zucker werden hierbei aufgefunden.

b) Quantitative. α) Der Gehalt an Saccharose in Rohzucker etc. wird am besten auf optischem Wege ermittelt, indem man feststellt, um wie viel eine Lösung von bestimmtem Rohrzuckergehalt die Ebene des polarisirten Lichtes dreht. Als physikalische Konstante zur Kennzeichnung optisch aktiver Körper dient das spezifische Drehungsvermögen. Wenn α die Grösse des Winkels angibt,

um den die Ebene des polarisirten Lichtes gedreht wird, indem die Lichtstrahlen (beispielsweise von einer gelben Natriumflamme stammend) eine Röhre von l Dezimeter Länge passiren, welche eine Lösung von c Gramm Substanz in 100 ccm Wasser enthält, so ist das spezifische Drehungsvermögen $\alpha_D = \frac{100 \cdot \alpha}{l \cdot c}$.

Da die spezifische Drehung des reinen Zuckers bekannt ist ($\alpha_D = 66{,}5$), so nimmt die obige Gleichung, bei Annahme einer Beobachtungsröhre von 20 cm Länge, folgenden Ausdruck an:

$$c = \frac{\alpha \cdot 100}{2 \cdot 66{,}5},$$

d. h. bei Kenntniss des Winkels α lässt sich berechnen, wie viel reine Saccharose die angewendete Rohzuckerlösung enthält.

Die technischen Polarisationsapparate (Saccharimeter) sind zur Vermeidung von Rechnungen mit empirischen Skalen versehen, die gestatten — bei Anwendung stets gleicher Mengen (Normalgewichte) Rohzucker —, direkt den Reinzuckergehalt an der Skala abzulesen. Beispielsweise ist der Skala des in Deutschland fast allgemein benutzten Soleil-Ventzke'schen Saccharimeters eine Zuckerlösung von 26,048 g Saccharose in 100 ccm Wasser zu Grunde gelegt. Der Winkel, um welchen dieselbe im 20 cm-Rohr das gelbe Natriumlicht D dreht ($34{,}55^0$), ist in 100 Theile getheilt, so dass also die Drehung um 1 Grad der so erhaltenen Skala einem Zuckergehalt von 0,26048 g in 100 ccm Flüssigkeit — im 20 cm-Rohr beobachtet — entspricht.

Wenn daher a Gramm Rohzucker (wie oben aufgelöst und aufgefüllt) um α^0 der Skala ablenken, so ist der prozentische Zuckergehalt $x = \frac{26{,}048 \cdot \alpha}{a}$, d. h. wenn $a = 26{,}048$ ist und man stets gleiche Mengen Zucker (das Normalgewicht) auflöst, so lässt sich der Prozentgehalt direkt ablesen.

Arbeitet man mit Lösungen, so ist der Prozentgehalt $\frac{0{,}26048 \cdot \alpha}{s}$, wenn s das spezifische Gewicht ist.

Bemerkt sei, dass die Lösungen eventuell durch Bleiessig zu klären sind.

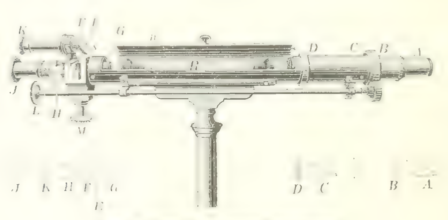


Fig. 195. Soleil-Ventzke'scher Saccharimeter.

Den Saccharimetern von Wild, Dubosque etc. ist eine andere Zuckerlösung zu Grunde gelegt, in Folge dessen das Normalgewicht auch vom obigen abweicht.

Den Soleil-Ventzke'schen Saccharimeter (Ausführung von Schmidt und Haensch in Berlin) zeigt Fig. 195 in äusserer Ansicht und in schematischem Aufriss. Die von rechts aus einer intensiven Lichtquelle kommenden Strahlen passiren die beiden Nikols A, C und die dazwischenliegende Quarzplatte B, sowie die doppelte Quarzplatte D. Das nunmehr polarisirte Licht gelangt in die Beobachtungsröhre R mit der zu untersuchenden Flüssigkeit, verlässt dieselbe und tritt durch den Rotationskompensator (Quarzplatte G, sowie Quarzkeile E und F) und Nikol H in das Fernrohr J. Durch Drehung der Schraube M wird Quarzkeil E mit der an ihm befestigten Skala neben dem mit F fest ver-

bundenen Nonius seitlich verschoben; die Stellung der Skala zum Nonius wird durch die kleine Lupe K nebst Spiegelchen s bequem abgelesen. Vor Benutzung des Instrumentes wird die Röhre R entfernt, Rinne h geschlossen und Skala E auf 0 gestellt. Ist der Apparat richtig justirt, so zeigt sich jetzt dem beobachtenden Auge ein gleichförmig röthlich oder bläulich gefärbtes Gesichtsfeld, auf dem nur eine feine senkrechte Mittellinie die Grenzfläche zwischen den nach rechts und nach links drehenden beiden Theilen der Doppelplatte D markirt. Durch Drehung von E mittelst der Schraube L und der damit verbundenen Triebstange erzeugt man die für das beobachtende Auge gegen Aenderungen empfindlichste Färbung des ganzen Gesichtsfeldes, im Allgemeinen die zwischen Blau und Roth in der Mitte liegende Nüance. Wird nun Rohr R mit optisch wirksamer Lösung gefüllt und eingelegt, so verändert sich die Farbe beider Hälften des Gesichtsfeldes in verschiedener Weise, die eine nach Roth, die andere nach Blau hin, und muss nun durch Drehung des Knopfes **M** und dadurch veranlasste Verschiebung des Keils E, d. h. Veränderung der Dicke der im Rotationskompensator vorhandenen Quarzschicht, wieder Farbengleichheit beider Hälften erzeugt werden. Die Grösse dieser Verschiebung, entsprechend der vorhandenen Menge optisch wirksamen Zuckers, ist auf der Skala mit Hülfe des Nonius abzulesen und ergibt die Anzahl Prozente drehender Substanzen in der untersuchten Probe.

Den Halbschattenapparat mit Keilkompensation nach dem Prinzip Jelett-Cornu, ebenfalls in einer Ausführung von Schmidt & Hänsch (Berlin), zeigt Fig. 196. Er unterscheidet sich von dem obigen Apparat dadurch,

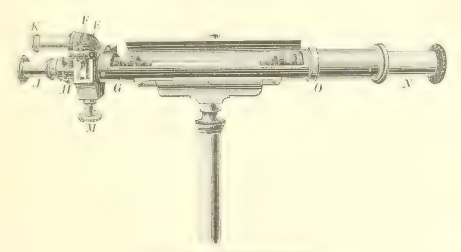


Fig. 196. Halbschattenapparat

dass er den Beobachter von der Erkennung von Farbtönen unabhängig macht und die Beachtung von Helligkeitsunterschieden verlangt. Bei sonst ähnlicher Konstruktion wie der Soleil-Ventzke'sche Apparat besitzt er an Stelle der Doppelplatte D und des Nikols C (s. Fig. 195) ein Schattennikol O und ein Beleuchtungssystem N. Beim Blicken in eine Lichtquelle beobachtet man einen hellen, durch einen senkrechten Strich halbirten Kreis. Wird nun in die Beobachtungsröhre eine Zuckerlösung eingeschaltet, so tritt Verdunkelung des einen Halbkreises ein, die sich durch Drehen von M aufheben lässt, indem der Quarzkeil verschoben wird. Die Grösse der Drehung wird an einem Nonius abgelesen und ergibt unter den geeigneten Bedingungen direkt die Prozente Zucker.

β) Der Zuckergehalt wird ferner in Lösungen durch Ermittelung des spezifischen Gewichts (s. S. 467) festgestellt. Man bedient sich bei dieser Art der Saccharimetrie, der densimetrischen, weniger der Pyknometer oder der Mohr'schen Waage, als vielmehr solcher Aräometer, auf deren Spindel an Stelle des spezifischen Gewichts die empirisch ermittelten Prozente Zucker in der untersuchten Lösung aufgetragen sind.

Am meisten benutzt man die Brix'schen Aräometer[1]), die auf eine

---

[1]) Die Angaben des Baumé'schen Aräometers beziehen sich nicht auf eine Zucker-, sondern eine Salzlösung und lassen daher keinen direkten Schluss auf

Temperatur von 17,5° bezogen werden; die Saccharimeter-Grade, Grade Brix geben bei dieser Temperatur direkt die Prozente Zucker an, wenn reine Lösung vorliegt. Neuerdings wird mit Recht empfohlen, als Normaltemperatur 15° wie in der Alkoholometrie anzuwenden.

Wenn die zu prüfende Lösung auch Nichtzuckerstoffe enthält, so ist die Saccharimeteranzeige natürlich nicht mit dem Zuckergehalt in Uebereinstimmung, sondern gibt nur annähernd die Menge der Trockensubstanz, den scheinbaren Gehalt der untersuchten Flüssigkeit an — eine Angabe, die ebenfalls im Fabrikbetriebe für Vergleichszwecke von Werth ist.

Der densimetrisch gefundene Trockensubstanzgehalt, vermindert um den polarimetrisch festgestellten Zuckergehalt, gibt annähernd die Menge des Nichtzuckers an.

γ) Wasser wird durch Trocknen von genau 10 g Zucker im Tiegel bei 100 bis 110° ermittelt.

δ) Der Nichtzucker setzt sich aus anhaftender Melasse und mechanischen Verunreinigungen zusammen; der unverbrennliche Theil desselben, die Asche, wird bei Abwesenheit der mechanischen Verunreinigungen Salze genannt, der Rest organischer Nichtzucker.

Zur Aschenbestimmung werden 30 g Zucker im Platinschälchen mit konzentrirter Schwefelsäure durchfeuchtet und erhitzt, zuletzt im Muffelofen, bis völlige Veraschung erfolgt ist.

Mechanisch verunreinigte Proben werden gelöst und filtrirt; das eingedampfte Filtrat wird entsprechend behandelt.

Invertzucker bestimmt man durch Kochen mit Fehling'scher Lösung unter Innehaltung bestimmter Vorsichtsmassregeln. Das Kupferoxydul wird in Oxyd verwandelt und dann zu Kupfer reduzirt und gewogen.

Aus den obigen Angaben kann man keinen direkten Schluss auf die Zusammensetzung einer Zuckerprobe, sowie insbesondere auf ihr Verhalten bei der Raffination ziehen, da die Polarisationsangaben durch andere vorhandene Substanzen merklich beeinflusst werden können und der eigenthümliche Einfluss der verschiedenen Nichtzuckerstoffe auf die Raffination noch nicht genau bekannt ist.

Als empirischen Raffinationswerth, Rendement, berechnet man dagegen aus den analytischen Belegen die Differenz von Polarisation (d. h. die am Apparat abgelesene Zahl, welche durch alle im Rohzucker enthaltenen optisch aktiven Bestandtheile beeinflusst wird) und der fünffachen Salzmenge. Demnach würde ein Zucker von 98% Polarisation und 1% Salzen das Rendement 93 haben.

Die bisher übliche Ermittelung des Rendements der Rohzucker hat sich während der letzten Jahre als immer unzureichender erwiesen (Ch. Z. **1893**. Nr. 49), indem sie das Bestreben begünstigte, die Menge der Asche auf alle Weise möglichst zu vermindern, auf jene der organischen Stoffe aber keinerlei Rücksicht zu nehmen. Da nun die organischen Stoffe ebenfalls Melasse bilden, ohne dass jedoch diese ihre Wirkung beim Einkaufsmodus in Betracht kam, so hörte, je mehr die Menge dieser Stoffe im Verhältniss zur sogen. Asche anwuchs, auch das Rendement immer mehr auf, ein richtiger Maassstab für den Werth der Rohzucker zu sein. Man war im Gegentheil sogar desto sicherer, das bezahlte Rendement praktisch nicht gewinnen zu können, je höher dasselbe ausfiel, je besser also der Rohzucker scheinbar sein sollte.

Nach mehrjährigen, leider fruchtlosen Verhandlungen mit einer vom Vereine für Rübenzuckerindustrie gewählten Kommission hat sich nunmehr der Verein deutscher Zuckerraffinerien genöthigt gesehen, seinerseits eine Massregel gegen jenen immer bedrohlicher anwachsenden Uebelstand zu treffen, indem die deutschen Raffinerien beschlossen, vom 1. Juli 1893 an Rohzucker nur mehr nach einem neuen Rendement zu kaufen, welches bestimmt wird, indem man von der Polarisation die $2^1/_4$fache Menge des Gesammt-Nichtzuckers abzieht. Die Zahl $2^1/_4$ lässt sich allerdings wissenschaftlich nicht begründen, praktisch aber hat sie zwei grosse Vortheile: Einerseits nämlich hält sie die Mitte zwischen dem Gehalte an Gesammtnichtzucker, wie er nachweislich zur Zeit der Einführung des alten Aschenrendements vorhanden war (2), und dem 1891/92 in den von den deutschen Raffinerien verarbeiteten Rohzuckern vorhandenen (2,5). Andererseits kommt der Normalzucker, der auf 1 Thl. Asche nicht mehr als $1^1/_4$ Thle. Organisches enthält, bei der neuen

---

den Zuckergehalt der untersuchten Lösung zu. Besondere Tabellen zeigen die Beziehungen zwischen Graden Baumé und Brix.

Rendementsrechnung ebenso aus wie bei der alten, da sehr annähernd sowohl 1 · 5 als auch 2¼ · 2¼ = 5 ist; Rohzucker, die auf 1 Thl. Asche mehr als 1¼ Thle. Organisches enthalten, kommen nach der neuen Rechnungsweise schlechter, solche, die weniger enthalten, aber besser aus als bisher.

Ueber die Untersuchung der Durchgangsprodukte der Zuckerfabrikation, ferner von Melasse etc. s. Frühling und Schulz, Anleitung zur Untersuchung der für die Zuckerindustrie in Betracht kommenden Rohmaterialien etc. 4. Aufl. Braunschweig 1891.

Invertzucker.

Die Entstehung des Invertzuckers, einer Mischung von Dextrose und Lävulose (Trauben- und Fruchtzucker), durch Inversion des Rohrzuckers mit verdünnten Säuren ist bereits oben erwähnt.

Wegen seiner werthvollen Eigenschaften wird er nach einem Verfahren der Zuckerfabrik Maingau, Hattersheim (Schmitt, Ind.-Bl. **1886**. 337; vergl. auch D.R.P. Nr. 57368 für Wohl & Kollrepp) folgendermassen bereitet:

Eine Rohrzuckerlösung wird in einem geschlossenen Gefäss zum Sieden erhitzt und dann mit Hülfe eines durch Kohlensäure von mindestens 4 Atm. Druck getriebenen Injektors in ein geschlossenes Gefäss gespritzt, das Kohlensäure von 0,25 bis 0,5 Atm. Druck enthält. Hierbei wird die als Nebel zersprühte Zuckerlösung invertirt.

Reiner Invertzucker ist ein farbloser Syrup, der süsser als Rohrzucker ist und direkt vergährt; sein Geschmack ist angenehmer als der von Kandis. Im Lichte scheidet sich allmählich etwas Dextrose aus.

Verwendung findet er zur Weinverbesserung, zum Petiotisiren; zur Bereitung von Champagner, Liqueuren, Fruchtkonserven etc. und als Honigersatz.

Wirthschaftliches.

1. Rohrzucker.

Die Hauptstätte der Rohrzuckerproduktion ist Ostindien; doch wird daselbst der Zucker fast völlig konsumirt; exportirt wird am meisten von Cuba.

Von den Einbussen durch die Aufstände in den 70er Jahren, sowie durch die Abschaffung der Sklaverei (1880) hat sich die Zuckerproduktion in Cuba wieder erholt, um so mehr als sie in zollpolitischer Beziehung von Spanien gefördert wurde, sowie durch technische Verbesserung, Erniedrigung der Arbeitslöhne und Zentralisation des Betriebes in grossen Fabriken.

Die Produktion und der Export betrug in Metertonnen in Cuba im Jahresdurchschnitt:

1858 bis 1860 . .	462 000 t	1881 bis 1885 . .	552 125 t
1861 bis 1865 . .	588 000	1885/86	705 403
1866 bis 1870 . .	732 000	1886/87	610 171
1871 bis 1875 . .	721 000		

Die Zuckerausfuhr betrug:

1883	419 496 t
1885	520 899
1887	633 429
1888	623 538

Durch die im Jahre 1895 ausgebrochenen Unruhen ist eine abermalige tiefgreifende Störung der Zuckerproduktion auf Cuba aufgetreten.

Die Produktion resp. der Export auf der gesammten Erde betrug:

Land	Jahr[1])	t	Land	Jahr	t
Cuba . . .	1888/89 P	530 229	Uebertrag .	—	2 542 453
Java	1889 P	336 308	Cochinchina . . .	1880 P	20 000
Philippinen . .	1889 E	218 850	Dominikanische Republik	1887 E	18 438
Britisch Westindien	1889 E	176 588	Natal	1889 P	15 240
Vereinigte Staaten	1888/89 P	156 371	Zentralamerika . .	1888 P	14 000
Brasilien . . .	1889 E	151 840	Fidschi-Inseln .	1889 E	13 389
Mauritius . . .	1889 E	136 849	Brit. Hinterindien .	1889 P	12 100
Hawaii-Inseln . .	1889 E	125 450	Dänisch Westindien	1889 P	11 409
Britisch Guyana .	1889 E	117 436	Niederl. Guyana .	1889 P	7 508
Britisch Ostindien	1889/90 E	72 797	Mayotte	1889 E	3 392
Peru	1889 P	64 000	Haiti	1887/88 E	1 871
Portoriko . . .	1889 E	62 403	Britisch Honduras .	1889 E	611
China	1889 E	59 896	Neukaledonien . .	1886 P	579
Queensland .	1889 P	50 000	Venezuela . . .	1885/86 E	468
Guadeloupe .	1889 E	45 153	Nossi-Bé	1889 E	329
Aegypten . . .	1889 P	41 738	Siam	1886 E	200
Martinique . . .	1889 E	35 965	Kolumbia	1889 E	154
Formosa (Taiwan)	1889 E	32 648	Cayenne	1887 P	88
Argentinien . . .	1889 P	30 000	Tahiti	1887 P	25
Mexiko	1887 P	30 000	Spanien, Madeira, Kanaren, Helena etc. . . .	P	16 000
Réunion . . .	1889 E	25 808			
Neu-Südwales	1889/90 P	21 639			
Japan	1888 P	20 485			
	Latus .	2 542 453		Zus. .	2 678 254

[1]) E = Export, P = Produktion.

2. Rübenzucker.

Wenn auch noch weniger Rüben- als Rohrzucker produzirt wird, so kommt doch mehr von ersterem in den Handel und macht letzterem sogar in seiner Heimat erfolgreich Konkurrenz; für Europa kommt im Wesentlichen nur Rübenzucker in Betracht. Während noch 1853 die Rübenzuckerproduktion etwa 14% der gesammten, für den Welthandel in Betracht kommenden Produktion betrug, beläuft sie sich jetzt auf 50% und mehr.

Die vorherrschende Stellung verdankt die Rübenzuckerindustrie nicht nur zollpolitischen Massnahmen, sondern vor allen Dingen ihren wirthschaftlichen Vorzügen: Hebung der Bodenkultur, nützliche Verwendung aller Nebenprodukte.

In Deutschland, dem die Industrie entstammt, wird am meisten Rübenzucker produzirt. Die Produktion betrug:

Jahr	Mill. kg	Jahr	Mill. kg
1836/37 . . .	1,4	1870/71 . . .	186,4
1840/41 . .	14,2	1880/81 . . .	573
1850/51 . .	53,3	1890/91 . . .	1320
1860/61 . . .	126.5	1894/95 . . .	1689,9

Wesentlich trug zu diesen bedeutenden Steigerungen die erhöhte Ausbeute bei. Man gewann 1 Meterzentner Rohzucker aus

1836/37	1887/88	1889/90	1890/91	
17,29	7,65	8,09	8,27	Meterztr. Rüben.

Die hohen Ausbeuten sind nicht nur auf das Bemühen der Landwirthe zurückzuführen, möglichst zuckerreiche Rüben zu ziehen, sondern auch auf erhöhte Melasseentzuckerung. Man gewann aus dieser:

1877/78	1884/85	1886/87	
25 000	237 000	381 000	Meterztr. Zucker.

Im Jahre 1836/37 verarbeiteten 122 Fabriken 25 346 000 kg Rüben zu 1 408 000 kg Rohzucker; 1860/61 erhielt man in 247 Fabriken 126 526 000 kg aus 1 467 702 000 kg Rüben. Die neueren Zahlen zeigt folgende Tabelle:

Verarbeitung von Rüben zur Zuckergewinnung 1871/72 bis 1890/91.

Betriebsjahre¹) und Zoll- und Steuer-Direktivbezirke	Zahl der Fabriken, welche Rüben verarbeitet haben	Menge der verarbeiteten Rüben	Darunter von den Fabriken selbst gewonnen	Die letzteren Mengen wurden geerntet auf	Also auf 1 ha Rüben	Menge der gewonnenen Rohzucker aller Produkte²) ³)	Menge der gewonnenen Melasse	Aus 100 kg versteuerten Rüben wurden gewonnen Rohzucker	Zur Darstellung von 1 kg Rohzucker waren an Rüben erforderlich
		Tonnen	Tonnen	Hektar	100 kg	Tonnen	Tonnen	kg	kg
1871/72	311	2 250 918	1 504 351	73 690	204	186 442	63 892	8,28	12,07
72/73	324	3 181 551	2 101 301	82 590	254	262 551	91 589	8,25	12,12
73/74	337	3 528 764	2 420 909	88 877	272	291 041	105 818	8,25	12,12
74/75	333	2 756 745	1 908 095	92 655	206	256 412	97 603	9,30	10,75
75/76	332	4 161 284	2 836 307	96 724	293	358 048	133 952	8,60	11,62
76/77	328	3 550 037	2 490 154	98 725	252	289 423	111 101	8,15	12,27
77/78	329	4 090 968	2 872 775	104 783	274	378 009	122 813	9,24	10,82
78/79	324	4 628 748	3 114 030	107 679	289	426 155	133 652	9,21	10,86
79/80	328	4 805 262	2 850 586	113 003	252	409 415	131 371	8,52	11,74
80/81	333	6 322 203	3 871 679	118 431	327	555 915	164 984	8,79	11,37
81/82	343	6 271 948	3 431 754	121 256	283	599 722	150 813	9,56	10,46
82/83	358	8 747 154	4 448 632	129 262	344	831 995	196 305	9,51	10,51
83/84	376	8 918 130	4 205 064	140 843	299	940 109	207 978	10,54	9,49
84/85	408	10 402 688	4 936 246	150 077	329	1 123 030	259 700	10,79	9,26
85/86	399	7 070 317	4 139 047	138 869	302	808 105	180 178	11,43	8,75
86/87	401	8 306 671	4 436 084	147 782	300	985 628	215 887	11,87	8,43
87/88	391	6 963 961	3 797 652	143 853	264	910 608	183 037	13,08	7,65
88/89	396	7 896 183	4 209 942	149 411	282	944 505	201 189	11,96	8,36
89/90	401	9 822 635	5 093 032	155 014	329	1 213 689	240 797	12,36	8,09
90/91	406	10 623 319	5 117 674	158 998	322	1 284 495	263 094	12,09	8,27
Im Betriebsjahre 1890/91 nach Zoll- und Steuerdirektivbezirken.									
Ost- u. Westpreuss.	22	675 359	1 088	42	259	74 634	13 882	11,05	9,05
Brandenburg	14	273 220	103 064	2 980	346	33 424	6 678	12,23	8,17
Pommern	8	222 698	35 294	1 032	342	28 142	4 290	12,64	7,91
Posen	16	705 697	48 768	1 468	332	87 717	11 595	12,43	8,05
Schlesien	60	1 411 208	244 240	8 200	298	160 596	31 755	11,38	8,79
Sachsen u. schwarzburg. Unterh.	130	3 328 487	2 351 464	72 372	325	418 542	92 807	12,57	7,95
Schlesw.-Holstein	4	46 621	26 262	1 225	214	4 963	1 502	10,64	9,39
Hannover	44	1 057 030	763 914	24 026	318	124 617	28 332	11,79	8,48
Westfalen	5	112 810	32 401	1 189	273	12 208	2 700	10,82	9,24
Hessen-Nassau	4	102 875	58 159	2 066	282	12 201	3 262	11,86	8,43
Rheinland	11	429 703	8 237	238	346	48 801	10 659	11,36	8,81
Zus. Preussen	318	8 365 708	3 672 891	114 838	320	1 005 845	207 462	12,02	8,32
Bayern und Baden	2	75 739	8 001	303	264	9 471	2 064	12,50	8,00
Sachsen	3	100 512	56 804	2 185	260	12 590	2 514	12,53	7,98
Württemberg	5	114 749	28 992	796	364	13 709	3 798	11,95	8,37
Hessen	3	100 320	47 353	1 314	360	12 239	2 879	12,20	8,20
Mecklenburg	7	290 604	201 733	6 547	308	35 488	5 887	12,21	8,19
Thüringen mit Allstedt u. Oldisleben	6	160 162	66 359	2 031	327	19 957	3 355	12,46	8,03
Braunschweig	32	753 356	630 461	18 486	341	91 032	17 879	12,08	8,28
Anhalt	30	662 169	405 080	12 498	324	84 164	17 256	12,71	7,87

¹) 1871/72 bis 1879/80 1. Sept./31. Aug., 1880/81 1. Sept./31. Juli, 1881/82 und weiter 1. Aug./31. Juli. — ²) Einschliesslich der bei der Entzuckerung der Melasse gewonnenen Zuckermengen, soweit die Melasseentzuckerung nicht in Betrieben vorgenommen ist, die keine Rüben verarbeiten. — ³) Der direkt gewonnene Saftmelis ist nach dem Verhältniss von 100 : 125 auf Rohzucker reduzirt.

Ueber die Gewinnung von Roh- und Konsumzucker in den letzten Jahren gibt nachstehende Zusammenstellung Aufschluss:

Gewinnung von Roh- und Konsumzucker 1890/91 und 1887/88 bis 1889/90.

Ergebnisse des Betriebsjahres 1. August 1890/91	Rübenzuckerfabriken [1])	Zuckerraffinerien [2])	Melasseentzuckerungsanstalten	Zuckerproduktionsstätten überhaupt	Dagegen Ergebnisse der Betriebsjahre		
					1889/90	1888/89	1887/88
I. Verwendete Zuckerstoffe.	Menge in Tonnen						
A. Verarbeitete Rüben .	10 623 319		—	10 623 319	9 822 635	7 896 183	6 963 961
B. Verarb. Melasse [3]) zus.	180 027	10 741	114 233	305 001	256 901	265 979	332 760
Hiervon entzuckert mittelst							
1. der Osmose . . .	60 023	2 982	3 549	66 554	42 345	46 908	84 055
2. Elution u. Fällung	72 486		—	72 486	63 950	67 126	88 286
3. Substitution . .	7 341	-		7 341	5 317	8 245	11 754
4. Ausscheidung . .	38 586	7 759		46 345	36 611	31 601	39 890
5. d.Strontianverfahr.	1 572	-	108 910	110 482	107 717	110 324	106 862
6. anderer Verfahren	19	—	1 774	1 793	961	1 775	1 913
C. Verarbeiteter (eingeworfener etc.) Zucker							
1. Rohzucker . . .	120 318	586 330	18 216	724 864	677 556	546 571	554 230
2. Raff. und Konsumzucker	26 445	1 396	4 901	32 742	30 963	24 034	16 423
II. Produzirte Zucker.							
A. Rohzucker:							
1. I. und II. Produkt	1 171 841	—	-	1 171 841	1 120 549	865 795	825 344
2. Nachprodukte vom III. Prod. ab . .	49 395	18 282	20 597	88 274	83 199	74 992	85 366
B. Raff. u. Konsumzucker	186 338	519 075	45 319	750 732	679 213	560 148	564 990

Nach Deutschland kommt als Zuckerproduzent Oesterreich-Ungarn in Betracht, wo schon in den 20er Jahren viel Rübenzucker dargestellt wurde.

1860 wurden 840 000 000 kg Rüben versteuert, 1871/72 1 362 000 000 kg. Im Jahre 1888/89 verarbeiteten 226 Fabriken 4 857 000 000 kg, 1889/90 214 Fabriken 6 165 000 000 kg.

In Frankreich bestand anfänglich eine blühende Zuckerindustrie, die jedoch seit dem Ausgang der 70er Jahre in Folge Vernachlässigung der Rübenkultur und des technischen Betriebes zurückging, um sich seit dem letzten Steuergesetz von 1884 wieder zu heben.

Russlands Produktion ist hauptsächlich für den inländischen Konsum bestimmt.

Einen Ueberblick über die Menge des in den verschiedenen europäischen Staaten dargestellten Rübenzuckers gibt folgende Tabelle:

---

[1]) Fabriken, in denen Rüben auf Rohzucker oder Konsumzucker verarbeitet werden, sei es ohne oder mit Melasseentzuckerung, ohne oder mit Einwurf von Zucker.

[2]) Ausschliesslich der Rübenzuckerfabriken, welche raffinirten Zucker herstellen, und der selbständigen Melasseentzuckerungsanstalten.

[3]) Unter Melasse sind die Abläufe aller Art, einschliesslich derjenigen vom I. und II. Produkt verstanden.

Production an inländischem Rübenzucker im Betriebsjahre 1890/91.

Verwaltungsbezirke	Zahl der im Betrieb gewesenen Fabriken	Es wurden Dampfmaschinen betrieben		Saftgewinnung mittelst		Zahl der 12stündigen Arbeitsschichten	Verarbeitete Rüben
		Zahl	Pferdekräfte	Diffusion	Pressverfahr.		Doppelztr.
Prov. Ostpreussen . . .	3	42	532	3	—	405	553 780
Westpreussen . .	19	211	3 494	19	—	3 740	6 199 808
Brandenburg . . .	14	171	2 114	14	—	2 319	2 732 202
Pommern . . .	8	96	1 730	8	—	1 627	2 226 976
Posen	16	225	3 925	16	—	3 233	7 056 967
Schlesien	60	688	10 775	58	2	11 538	14 112 078
Sachsen einschl. der Fürstl. Schwarzb. Unterherrschaften	130	1 465	18 357	130	—	27 468	33 284 874
Schleswig-Holstein .	4	39	734	5	—	392	466 215
Hannover	44	549	8.400	44	—	6 870	10 570 303
Westfalen	5	59	940	5	—	772	1 128 100
Hessen-Nassau . .	4	39	612	4	—	763	1 028 745
Rheinland	11	138	3 341	11	—	2 452	4 297 029
Preussen . .	318	3 722	54 954	316	2	61 579	83 657 077
Bayern	1	8	227	1	—	213	323 605
Sachsen	3	40	864	3	—	571	1 005 115
Württemberg . . .	5	48	686	5	—	1 021	1 147 492
Baden	1	8	215	1	—	312	433 790
Hessen	3	35	531	3		660	1 003 200
Mecklenburg	7	84	1 425	7	—	1 441	2 906 040
Thüringen, einschl. d. grossh. Sächs. Aemter Allstedt und Oldisleben . . .	6	77	1 071	6	—	1 213	1 601 623
Braunschweig	32	341	4 448	32	—	5 629	7 533 562
Anhalt	30	353	4 270	29	1	6 499	6 621 690
Deutsches Zollgebiet	406	4 717	68 691	403	3	79138	106 233 194
Dagegen 1889/90	401	4 509	63 753	398	3	—	98 226 352
88/89	396	4 363	60 313	393	3	—	78 961 830
87/88	391	4 292	58 325	387	3	—	69 639 606
86/87	401	4 276	58 770	397	3	—	83 066 712
85/86	399	4 188	57 194	395	3		70 703 168
84/85	408	4 196	56 119	402	4	—	104 026 883
83/84	376	3 715	46 158	368	6	—	89 181 303
82/83	358	3 365	40 515	343	12		87 471 537
81/82	343	3 046	35 476	324	16		62 719 479
80/81	333	2 812	32 269	309	20	—	63 222 030
79/80	328	2 627	29 586	291	28	—	48 052 615
78/79	—	—	—	—	—		—
77/78	329	2 413	25 788	224	81		40 909 680
76/77		—	—	—	—	—	—
75/76	332	2 300	23 325	157	137		41 612 842
74/75	—	—		—	—	—	—
73/74	337	2 203	21 954	80	214	—	35 287 639
72/73		—	—	—	—		—
71/72	311	1 921	18 162	52	216		22 509 182

Die Weltzuckerproduktion in den Jahren 1853 bis 1888.
Mengen in 1000 Tonnen.

Rohrzucker in d. Kalenderjahren	1853		1860		1870		1880		1886		1887		1888		Mehr- [illegible]
Rübenzucker in den Kampagnen	1853/54		1860/61		1870/71		1880/81		1886/87		1887/88		1888/89		[illegible]
	Absol.	%	Absol.	%	Absol.	%	Absol.	%	Absol.	%	Absol.	%	Absol.	%	pCt.
A. Rohrzucker.															
Gr. Britannien, Amerika: Antillen	61	4,1	44	2,7	20	0,8	19	0,5	11	0,9	56	1,2	51	1	84
Barbados	24	1,8	30	1,8	28	1,1	17	1,3	11	0,8	69	1,3	63	1,3	242
Guyana	38	2,6	44	2,7	67	2,5	98	2,7	112	2,2	135	2,8	108	2,1	284
Jamaika	21	1,4	30	1,8	22	0,8	28	0,8	25	0,5	29	0,6	25	0,5	119
Trinidad	24	1,6	30	1,8	46	1,7	54	1,5	49	1	63	1,5	56	1,1	232
Summe	170	11,5	178	10,8	183	6,9	246	6,8	271	5,4	351	7,1	303	6	178
Afrika: Mauritius	81	5,5	111	6,7	132	5	87	2,4	114	2,3	102	2,1	124	2,4	153
Natal	—	—	1	0,1	5	0,2	12	0,4	13	0,2	9	0,2	6	0,1	—
Summe	81	5,5	112	6,8	137	5,2	99	2,8	127	2,5	111	2,3	130	2,5	160
Australien	2	0,1	3	0,2	3	0,1	27	0,8	87	1,7	107	2,2	100	2	5000
Zusammen	253	17,1	293	17,8	323	12,2	372	10,4	485	9,6	569	11,9	533	10,5	211
Frankreich, Amerika: Guadeloupe	15	1,1	29	1,8	34	1,3	41	1,2	37	0,7	55	1,1	48	0,9	320
Martinique	21	1,4	33	2	38	1,4	39	1	30	0,6	40	0,9	39	0,8	180
Summe	36	2,5	62	3,8	72	2,7	80	2,2	67	1,3	95	2	87	1,7	211
Afrika: Reunion	33	2,2	66	4	43	1,7	21	0,6	35	0,7	31	0,6	32	0,7	97
Zusammen	69	4,7	128	7,8	115	4,4	101	2,8	102	2	126	2,6	119	2,4	172
Spanien, Amerika: Cuba	322	21,8	447	27,2	726	27,4	496	13,8	732	14,5	647	13,5	657	13	204
Portoriko	112	7,5	57	3,4	102	3,9	52	1,5	64	1,3	81	1,7	60	1,2	54
Summe	434	29,3	504	30,6	828	31,3	548	15,3	796	15,8	728	15,2	717	14,2	165
Asien: Philippinen	40	2,7	63	3,9	78	3	182	5,1	184	3,6	174	3,6	185	3,7	460
Zusammen	471	32	567	34,5	906	34,3	730	20,4	977	19,4	902	18,8	902	17,9	190

Asien: Java	100	6,8	118	7,2	121	4,6	235	6,5	329	6,6	399	8,3	371	7,4	371
Zusammen	117	7,9	135	8,2	132	5	245	6,8	335	6,7	407	8,5	377	7,5	322
Brasilien	138	9,3	57	3,5	102	3,9	219	6,1	250	5	282	5,9	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Aegypten	1	0,1	1	0,1	13	0,5	35	1	52	1	48	1	42	[illegible]	[illegible]
Louisiana	225	15,2	111	6,7	72	2,7	89	2,5	128	2,5	91	1,9	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Ges.-Summe des Rohrzuckers	1277	86,3	1292	78,6	1663	63	1791	50	2329	46,2	2425	50,6	2371	47	[illegible]
B. Rübenzucker.															
Oesterreich	25	1,7	80	4,9	220	8,3	510	14,2	550	10,8	400	8,3	515	10,2	[illegible]
Deutschland	71	4,8	127	7,7	263	9,9	573	15,9	1024	20,2	953	19,9	978	19,4	[illegible]
Frankreich	77	5,2	101	6,2	278	10,5	315	8,8	482	9,7	386	8,1	461	9,2	[illegible]
Belgien	12	0,8	20	1,2	60	2,3	89	2,5	118	2,4	122	2,5	125	2,5	[illegible]
Russland	19	1,2	22	1,3	140	5,3	277	7,6	472	9,4	441	9,2	520	10,4	[illegible]
Holland	—	—	1	0,1	16	0,6	28	0,8	37	0,7	38	0,8	36	0,7	—
Uebrige Länder	—	—	—	—	3	0,1	9	0,2	30	0,6	[illegible]	0,6	30	0,6	—
Gesammtsumme des Rübenzuckers:															
Produktion nach den einzelnen Welttheilen zusammengefasst: Europa	204	13,7	351	21,4	980	37	1801	50	2713	53,8	2360	49,4	2665	53	[illegible]
Asien	140	9,5	181	11,1	199	7,6	417	11,6	510	10,2	573	11,9	[illegible]	11,1	[illegible]
Afrika	115	7,8	179	10,9	193	7,4	155	4,4	214	4,2	190	[illegible]	[illegible]	1	177
Amerika	1020	68,9	929	56,4	1268	47,9	1192	33,2	1518	30,1	1555	32,6	1511	29,9	[illegible]
Australien	2	0,1	3	0,2	3	0,1	27	0,8	87	1,7	107	2,2	100	2	[illegible]
Ges.-Menge v. Rohr- u. Rübenzucker	1481	100	1643	100	2643	100	3592	100	5042	100	[illegible]	100	[illegible]	100	[illegible]
Bevölkerung von Europa und den Verein. Staaten in Millionen	291		308		342		375		398		[illegible]		[illegible]		[illegible]
Auf einen Kopf entfallen von der Gesammtzuckermenge nach Abzug der nach dem europäisch-nordamerikan. Markte nicht tendirenden Zuckermengen von Australien und Mauritius kg	4,5		5		7,4		9,3		12,1		11,1		11,6		[illegible]
Londoner Jahresdurchschnittspreis per Cwt. Rohzucker	24 sh. 6 d.		28 sh. 10 d.		22 sh. 7 d.		21 sh. 9 d.		11 sh. 11[illegible] d.		12 sh. 1 d.		13 sh. 11[illegible] d.		57

Rübenzuckererzeugung[1] in Tonnen per 1000 kg.

	1875/76	1880/81	1881/82	1882/83	1883/84	1884/85
Deutsches Reich[2]	358 048	564 915	612 222	852 495	963 809	1 153 030
Oesterr.-Ungarn	321 830	533 100	453 000	536 700	527 600	676 940
Frankreich . .	462 257	317 319	376 840	405 879	454 351	305 338
Russland . . .	247 340	276 657	290 048	319 190	343 247	381 438
Belgien . . .	105 307	89 213	95 076	107 539	138 561	115 001
Niederlande . .	30 930	28 052	25 408	29 093	42 213	44 851
Schweden, Dänemark u. Italien[3]	2 039	3 781	4 271	5 679	10 465	15 300
Andere Länder .	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000	2 000
Summe .	1 529 751	1 815 037	1 858 865	2 258 575	2 482 246	2 693 898

	1885/86	1886/87	1887/88	1888/89	1889/90	1890/91	1894/95
D. Reich .	846 211	1 041 057	964 640	990 891	1 261 353	1 310 000	1 831 624
Oest.-Ung.	395 300	555 300	408 000	518 480[4]	740 153[4]	760 000	1 044 516
Frankr. .	296 633	489 076	385 793	461 642	783 810	530 000	745 073
Russland .	528 521	480 855	435 361	474 400	444 100	770 000	591 391
Belgien .	62 947	118 455	121 643	124 400	205 000[5]	200 000	321 400
Niederl. .	26 130	39 852	41 758	41 342	69 887	50 000	
Sch., D., It.	20 769	21 923	26 447	21 485	27 756	75 000	500 000
A. Länder	2 000	2 000	2 500	3 000	4 000		
Summe .	2 178 511	2 748 518	2 386 142	2 635 640	3 536 059	3 695 000[6]	5 034 004

[1]) Die Daten beziehen sich regelmässig auf die vom 1. Sept. bis 31. Aug. dauernde Kampagne und wurden, wo nichts Anderes bemerkt ist, dem von Herbertz begründeten Wochenblatte „Deutsche Zuckerindustrie“ (Berlin 1875 ff.) durch Neumann-Spallart entnommen. Dieselben sind in Rohzucker ausgedrückt. Bei Frankreich wurden 89,36 Mengeeinheiten Raffinade = 100 M.-E. Rohzucker gesetzt, bei Russland 90 = 100, bei Niederlande 100 = 120. — [2]) Nach dem Stat. Jahrb. d. Deutsch. Reiches und den Monatsheften zur Stat. d. Deutsch. Reiches 1890. XI. S. 39, mit Einschluss des in selbständigen Melasseentzuckerungsanstalten, seit 1886/87 auch mit Einschluss des in Raffinerien aus fremder Melasse gewonnenen Rohzuckers. Die Betriebsjahre umfassen in dem Jahre 1879/80 und früher die Zeit vom 1. Sept. bis 31. Aug., in dem Jahre 1880/81 die elf Monate vom 1. Sept. bis 31. Juli, in den folgenden Jahren je die Zeit vom 1. Aug. bis 31. Juli. — [3]) Offizielle Daten für die Jahre 1875, 1880, 1881 u. s. f. Vergl. Danmarks Statistik Tabelvaerk. Indforsel og Udforsel 1889, S. 106 und frühere. — [4]) Offizielle Daten. — [5]) Nach Paasche. — [6]) Scherzer.

In Nordamerika wurden 1892 ausser 183 845 t Zucker aus Rohr und [illegible] t aus Rüben

[illegible] t und Syrup aus Sorghum und
[illegible] t " " " Ahorn

produzirt, letztere vorwiegend als Hausindustrie.

Zuckerhandel.

Am meisten exportirt zur Zeit Deutschland, dann Cuba, Oesterreich-Ungarn, Frankreich, Niederländisch Ostindien und die Philippinen. Noch in den 60er Jahren wurde nach Deutschland mehr importirt als exportirt, erst zu Ende derselben überwog der Export.

Für die letzten 11 Jahre sind folgende Werthe festgestellt:

Jahr	Einfuhr				Ausfuhr					
	Rohzucker		Raffinirter Zucker		Kandis und Zucker in weissen, vollen, harten Broten, ferner die sog. Crystals etc.[1]		Aller übrige harte Zucker etc.[1]		Rohzucker von mind. 90% und raffinirter Zucker v. unt. 98 aber mind. 90% Zuckergehalt[1]	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1880	1 489	820	2 727	1 745	34 147	19 635	18 888	9 822	197 835	81 112
1881	1 678	890	2 513	1 633	37 058	22 976	18 221	10 204	252 088	110 919
1882	2 321	1 186	2 170	1 367	40 697	24 418	18 372	10 197	289 771	122 283
1883	2 056	988	1 854	1 038	50 833	26 941	24 959	12 480	436 790	169 256
1884	2 036	815	1 352	568	80 300	32 923	33 622	12 272	524 662	139 036
1885	2 408	928	1 303	521	61 538	24 246	23 763	8 317	444 205	124 377
1886	1 970	662	1 323	476	91 493	31 069	21 678	6 553	452 192	103 597
1887	2 955	991	1 456	502	130 543	44 945	22 778	7 841	466 099	128 120
1888	3 495	1 185	1 845	710	142 979	51 473	21 294	7 315	357 558	100 116
1889	2 201	792	1 467	638	162 386	63 006	10 393	3 741	349 310	96 060
1890	3 428	1 262	2 562	871	243 458	78 515	5 193	2 230	545 738	135 343
1891	2 746	934	2 492	903	243 577	81 598	5 060	1 644	535 423	144 564

[1]) Bis zum 31. Juli 1886 sind unter Rohzucker nachgewiesen: Rohzucker von mindestens 88 % Zuckergehalt; unter Kandis etc.: Kandis und Zucker in weissen, vollen, harten Broten, Platten, Blöcken oder Stangen bis zu 12,5 kg Nettogewicht oder in Gegenwart der Steuerbehörde zerkleinert; unter dem übrigen harten Zucker: aller übrige harte Zucker, sowie alle weissen trockenen Zucker in Krystall-, Krümel- und Mehlform von mindestens 98 % Zuckergehalt. Vom 1. August 1886 dagegen in Folge des Reichsgesetzes vom 1. Juni 1886, betreffend die Besteuerung des Zuckers, unter Rohzucker: Rohzucker von mindestens 90 % Zuckergehalt und raffinirter Zucker von unter 98, aber mindestens 90 % Zuckergehalt; unter Kandis etc.: Kandis und Zucker in weissen, vollen, harten Broten, Blöcken, Platten, Würfeln oder Stangen, oder in Gegenwart der Steuerbehörde zerkleinert, ferner die sogen. Crystals und andere weisse, harte, durchscheinende Zucker in Krystallform von mindestens 99½ % Zuckergehalt, insbesondere die im Handel als granulirte oder granulated bezeichneten Zucker; unter dem übrigen harten Zucker: aller übrige harte Zucker, sowie aller weisse, trockene (nicht über 1 % Wasser enthaltende) Zucker in Krystall-, Krümel- oder Mehlform von mindestens 98% Zuckergehalt, soweit derselbe nicht unter die sogen. Crystals etc. fällt.

Oesterreich-Ungarn führte im Durchschnitt der Jahre 1880/89 jährlich 1 100 000 kg Rohzucker ein und 128 000 000 kg aus, ferner noch 129 000 000 kg Raffinade.

Frankreich führt viel Rohzucker ein und viel Raffinade aus.

Im Jahre 1889 fand folgender Spezialhandel in Tonnen statt:

Zucker-Einfuhr und -Ausfuhr 1889.
Spezialhandel in Tonnen à 1000 kg.

Länder	Einfuhr		Ausfuhr	
	Rohzucker	Raffinade	Rohzucker	Raffinade
I. Europa.				
Deutsches Reich	2 201	1 467	349 310	172 838
Oesterreich-Ungarn	1 042		125 489	182 313
Frankreich	158 661	2 028	133 025	139 748
Belgien	11 923	402	140 813	22 560
Niederlande	90 516	9 107	9 651	82 285
Russland	29	45	62 640	18 787
Grossbritannien und Irland	[illegible]	[illegible]	—	38 355
Dänemark	17 124	[illegible]	[illegible]	830
Portugal	25 443		1 210 [4])	
Norwegen	8 514	5 092	766	
Schweiz	3 094	33 236	2	12
Bulgarien	4 517	2 519	1	2
Spanien	54 589 [5])		7	
Finnland	12 011		1	
Italien	77 782	[illegible]	—	—
Schweden	[illegible]	11 408	—	
Rumänien	18	10 740	—	—
Griechenland	8	6 537	—	—
Serbien	—	3 223		
Zusammen	1 258 621	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	93 085		1 984	
II. Aussereuropäische Gebiete.				
Cuba und Portoriko			592 632	—
Niederländisch Ostindien	[illegible]		315 750 [6])	—
Brit. Westindien, Guyana und Honduras	[illegible]	—	294 636	—
Brasilien und Peru	—		245 000	
Philippinen	—		218 843	
Mauritius	[illegible]		137 825	—
Sandwich-Inseln			125 450	—
Französische Kolonien [7])	[illegible]	15 351	120 643	
Britisch Ostindien [8])	5 054	82 480	66 514	15 579
Australien m. Fidschi-Inseln	142 884		47 798	17
China	[illegible]		46 955	12 892
Aegypten		2 119	9 714	22 921
Vereinigte Staaten [10])	[illegible]	10 [11])	2 535 [12])	[illegible]
Niederländisch Guyana	—		7 508	—
Natal und Kapland	[illegible]	—	7 101	—
Argentinien	1 435	[illegible]	135	—
Kanada, Neufundland und Bermudas-Inseln	[illegible]	—	—	
[illegible]	[illegible]	[illegible]		—
Andere Länder [13])	713		1	
Zusammen	[illegible]	[illegible]	[illegible]	57 841
	152 752			
Total I u. II	2 639 399	671 478	3 062 541	715 571
	245 837		1 985	

[1]) Sandzucker. — [2]) Einfuhr zum Verbrauch. Im Ganzen wurden eingeführt Rohzucker 891 547. raffinirter Zucker 456 097 t. — [3]) Ausfuhr inländischen Pro-

[illegible] Rohzucker 36 292, raffinirter Zucker 5563 t. — [4]) Westaustralien vom Jahre 1888, in welchem Jahre 24 000 t eingeführt wurden. — [5]) Generalhandel. — [6]) [illegible] nach den Bahama-, Turks- und Grenadainseln im Jahre 1887. — [7]) Mit Einschluss von [illegible]. Die Einfuhr gibt nur die Einfuhr aus Frankreich, abgesehen von [illegible], wohin 14 t raffinirter und 64 t roher Zucker von anderwärts kamen. Die Ausfuhrdaten enthalten für Réunion, Mayotte und Nossi-Bé die Zahlen für das Jahr 1887. — [8]) Generalhandel für 1889/90. — [9]) Mit Einschluss des Importes von Westaustralien für 1887 in der Höhe von 40 235 Cwts. — [10]) Unter Nr. 20 Holländisch-Standard, Melada, Syrup etc. — [11]) Ueber Nr. 20 Holländisch-Standard. — [12]) Brauner Zucker inländischer Produktion, Zucker unter Nr. 20 Holländisch-Standard, Syrup, Melada etc. — [13]) Heimische Raffinade und Zucker über Nr. 20 Holländisch Standard. — [14]) Für Kapland. — [15]) Für Natal. — [16]) Für Bermudas die Einfuhr von 1887 per 674 Cwts. — [17]) Daten für 1887. — [18]) Sierra Leone und Cypern. Daten für 1887.

Der Zuckerverbrauch im deutschen Zollgebiet ist nach den amtlichen Nachweisungen folgender gewesen:

Zuckerverbrauch im Zollgebiet 1871/72 bis 1890/91 [1]).

Betriebsjahr	Produktion von Rohzucker	Einfuhr von Zucker, auf Rohzucker reduzirt	Zusammen	Ausfuhr von Zucker, auf Rohzucker reduzirt	Verbrauch von Zucker überhaupt	Verbrauch von Zucker auf den Kopf	
	t	t	t	t	t	kg	
					auf Rohzucker berechnet		
1871/72	186 442	49 633	236 075	14 276	221 799	5,5	6,7
1872/73	262 551	27 085	289 636	17 938	271 698	6,6	
1873/74	291 041	28 953	319 994	21 655	298 339	7,2	
1874/75	256 412	27 691	284 103	10 813	273 290	6,5	
1875/76	358 048	21 253	379 301	56 121	323 180	7,6	
1876/77	289 423	12 506	301 929	60 354	241 575	5,6	6,4
1877/78	378 009	8 883	386 892	96 778	290 114	6,7	
1878/79	426 155	7 971	434 126	138 077	296 049	6,7	
1879/80	409 415	6 584	415 999	134 485	281 514	6,3	
1880/81	555 915	5 607	561 522	283 904	277 618	6,8	
1881/82	599 722	5 733	605 455	314 410	291 045	6,5	7,8
1882/83	831 995	6 601	838 596	472 551	366 045	8,1	
1883/84	940 109	5 376	945 485	595 814	349 671	7,7	
1884/85	1 123 030	5 303	1 128 333	673 727	454 606	9,9	
1885/86	808 105	5 574	813 679	500 321	313 358	6,8	
					Konsumzucker		
1886/87		—	—	—	361 476	7,7	8,4
1887/88			—		398 163	8,4	
1888/89			-		357 614	7,4	
1889/90	—	—	—		447 116	9,1	
1890/91		—	—	—	470 253	9,5	

[1]) Der Zuckerverbrauch ist für die Jahre 1871/72 bis 1885/86 (einschliesslich) derart berechnet, dass zu der Produktion von Rohzucker die Einfuhr von Zucker zugerechnet und von der Summe die Zuckerausfuhr abgerechnet worden ist. Sämmtliche Mengen sind auf Rohzucker umgerechnet, wobei die folgenden Verhältnisszahlen zu Grunde gelegt worden sind: 1 t Rohzucker = 0,9 t raffinirter Zucker, Kandis- und anderer harter Zucker = 1,82 t Syrup (nur die Einfuhr von ausländischem Syrup, welcher als Ersatz für Zucker zum unmittelbaren Genuss gelangt, ist in Anrechnung gebracht, dagegen nicht die Produktion und Ausfuhr

von Rübenzuckermelasse). Die in Fabriken, die keine Rüben verarbeiten, aus der Melasse gewonnenen Zuckermengen sind in der Produktionsangabe und der Verbrauchsberechnung nicht enthalten. Eben so wenig sind die am Anfang und Schluss des Betriebsjahres vorhandenen Zuckerbestände bei der Berechnung berücksichtigt, da Nachweise hierüber nicht vorhanden waren. Dagegen liegen für die Jahre 1886/87 und 1887/88 Nachweise vor über die Bestände an Zucker (Roh- und Konsumzucker) in den Zuckerfabriken und amtlichen Niederlagen, also über die sogen. Bestände in erster Hand, und ferner über die produzirten und wieder verarbeiteten (eingeworfenen u. s. w.) Konsumzuckermengen. Für diese beiden Jahre sind daher oben als Verbrauch die Mengen von Konsumzucker angegeben, welche sich aus der Differenz der am Anfang und Schluss der Betriebsjahre vorhandenen Zuckerbestände, sodann aus der Produktion (abzüglich des Einwurfs) unter Zurechnung der Einfuhr und abzüglich der Ausfuhr ergeben. Für die Jahre 1888/89 bis 1890/91 endlich sind die (seit der Einführung der Verbrauchsabgabe steueramtlich kontrolirten) in den freien Verkehr gesetzten Konsumzuckermengen einschliesslich der eingeführten und in den freien Verkehr gesetzten ausländischen Zucker (nach Umrechnung des eingeführten Rohzuckers auf Konsumzucker) als Verbrauch eingesetzt.

²) Für 1871/72 bis 1879/80: 1. Sept./31. Aug.; für 1880/81: 1. Sept./31. Juli; für 1881/82 und weiter: 1. Aug./31. Juli.

Für die anderen Staaten ergeben sich folgende Werthe (durch Neumann-Spallart).

[illegible] Zuckerverbrauch
auf den Kopf der mittleren Bevölkerung in Kilogramm.

	1870 bis 1874	1875 bis 1879	1880 bis 1884	1885 bis 1889
Gr.-Britannien mit Irland¹)	22,6	26.4	31.3	32,6
Vereinigte Staaten²) . .	17.6	16.8	[illegible]	24,5
Schweiz	6.7	9.2	11.4	16,2
Dänemark	12.0	[illegible]	14.5	16.2
Frankreich	7.8	8,5	[illegible]	10,7
Niederlande	[illegible]	[illegible]	11.9	9.8
Schweden	6.1	7.6	8,5	[illegible]
Deutsches Reich⁵) . . .	6,7	6.4	7,8	7.8
Norwegen	[illegible]	[illegible]	5,7	6,2
Finnland⁶)	3.4	3.6	4.6	4,7
Belgien⁷)	8.3	[illegible]	7.1	4.2
Italien	[illegible]	3.2	2,8	3.1

¹) Offizielle Daten des Statistical Abstract, seit 1874 mit Einschluss des in England raffinirten und wieder ausgeführten Zuckers, aber ohne Rücksicht auf den Mehrwerth des raffinirten Zuckers für Roh- und Raffinadezucker zusammen. — ²) Offizielle Daten des Statistical Abstract für Zucker aller Arten. — ³) Nach den absoluten Zahlen in der grossen Handelsstatistik berechnet für die Finanzjahre 1870/74, sodann für die Kalenderjahre 1875/84 mit Einschluss von Melasse und Syrup. — ⁴) Daten für die Betriebsjahre 1871/72 bis 1874/75, 1875/76 bis 1879/80, 1880/81 bis 1884/85, 1885/86 bis 1889/90. — ⁵) Offizielle Daten des statistischen Jahrbuches für die Jahresdurchschnitte 1871/72 bis 1875/76, 1876/77 bis 1880/81, 1881/82 bis 1885/86, 1886/87 bis 1888/89. — ⁶) Daten für 1871/75, 1876/80, 1881/84, 1885/89. Die beiden ersteren nach den Angaben im D. Handelsarchiv, 1885, II. Bd., S. 44, die letzteren nach den Daten im Statistik Arsbok för Finnland berechnet. — ⁷) Nach Paasche a. a. O. S. 392 für die Betriebsjahre 1871/72 bis 1875/76, 1876/77 bis 1880/81, 1881/82 bis 1885/86, 1885/86 bis 1889/90. Für den letzten Durchschnitt hat Paasche die zu kleinen offiziellen Produktionsziffern verhältnissmässig offenbar zu wenig erhöht. Uebrigens beträgt für 1887/88 bis 1889/90 nach demselben der durchschnittliche Konsum 6 kg.

Der hohe Konsum in Grossbritannien erklärt sich daraus, dass es für Zwecke der Brauerei und Destillation allein 1875 schon 886049 Cwts. Zucker gebrauchte

und 1889 sogar 1 892 216 Cwts. Erst nach der Reduktion des Zuckerzolles 1840 fand das enorme Wachsen des Zuckerkonsums in England statt.

Besteuerung und Zollwesen[1]).

Im Jahre 1841 wurde die Fabrikation des Rübenzuckers im deutschen Zollgebiet zuerst mit einer Steuer belastet: ¼ Sgr. auf 1 Zollzentner roher Rüben. In 145 Fabriken wurde damals ca. 25% des inländischen Zuckerbedarfs produzirt. Die Steuer wurde 1844 auf 3 Sgr. erhöht und blieb nach mehreren Steigerungen 1869 bis 1886 auf 1,6 M. für 100 kg Rüben stehen. 1886 wurde die Steuer auf 1,7 M. gebracht; das Gesetz von 1887 führte eine Fabrikatsteuer (Verbrauchsabgabe) von 12 M. für 100 kg ein und behielt eine Rübensteuer von 0,8 M. für 100 kg Rüben bei. 1892 fiel dann die Rübensteuer ganz und die Verbrauchsabgabe wurde auf 18 M. für 100 kg erhöht. Als 1860 die Industrie schon erhebliche Mengen Rübenzucker exportirte, wurde die auf die Rüben erhobene Steuer bei der Ausfuhr zurückvergütet, wie man bereits früher den Eingangszoll auf Rohzucker zurückgab, wenn der Zucker als Hut- oder Kandiszucker wieder exportirt wurde. In den folgenden 30 Jahren war es in Folge der wachsenden Produktion und des wachsenden Exportes insbesondere Aufgabe der Gesetzgebung, diese Exportbonifikation zu bemessen — eine Aufgabe, deren Lösung um so schwieriger fiel, als die Erträgnisse der Kultur der Rüben, sowie ihrer Verarbeitung ständigen Variationen unterworfen sind.

Die Rückvergütung der Materialsteuer beim Export wurde 1861 und 1866 nach dem Grundsatz ertheilt, höchstens den gezahlten Steuerbetrag, eher weniger zurückzuzahlen. In dieser Absicht legte man der Ausbeuteannahme die über dem Durchschnitt liegenden, günstigsten Betriebsergebnisse zu Grunde[2]).

Im Jahre 1869 ging man im Gegensatz hierzu von der Absicht aus, die Steuer auch bei einer unter dem Durchschnitt stehenden Ausbeute völlig zurückzugeben, so dass sehr gut arbeitende Fabriken schon einen Steuergewinn erzielten. Die Produktion hob sich jetzt in dem Maasse, dass 1883 eben so viel Zucker exportirt wie im Inland verzehrt wurde; ferner wurden die Fabrikationsmethoden in dem Maasse verbessert, dass die Steuererträge in Folge der hohen Rückvergütungen sich erheblich verminderten und daher die Vergütungssätze erniedrigt werden mussten.

Die wichtigsten Paragraphen des Gesetzes vom 31. Mai 1891 sind nachstehend angeführt:

§ 1. Der inländische Rübenzucker unterliegt einer Verbrauchsabgabe, Zuckersteuer, und zu deren Sicherung der Steuerkontrole.

Im Sinne dieses Gesetzes gilt als inländischer Rübenzucker aller im Inlande durch Bearbeitung von Rüben oder durch weitere Bearbeitung von Produkten, welche aus im Inlande bearbeiteten Rüben herstammen, gewonnene feste und flüssige Zucker, einschliesslich der Rübensäfte, der Füllmassen und der Zuckerabläufe (Syrup, Melasse) und zwar ohne Rücksicht darauf, ob bei der Fabrikation eine Verwendung auch anderer zuckerhaltiger Stoffe oder Zucker stattgefunden hat. Unter der weiteren Bearbeitung von Produkten aus Rüben ist insbesondere verstanden die Entzuckerung oder Raffination von Zuckerabläufen (Syrup, Melasse), die Raffination von Rohzucker, die Auflösung von festem Zucker, die Inversion.

§ 2. Die Zuckersteuer beträgt 18 Mark von 100 kg Nettogewicht. Rübensäfte und Abläufe der Zuckerfabrikation sind der Zuckersteuer nicht unterworfen.

§ 3. Die Zuckersteuer ist zu entrichten, sobald der Zucker aus der Steuerkontrole in den freien Verkehr tritt. Zur Entrichtung ist derjenige verpflichtet, welcher den Zucker zur freien Verfügung erhält.

§ 5. Zucker, welcher unter Steuerkontrole ausgeführt wird, ist von der Erhebung der Zuckersteuer befreit.

Bei der Ausfuhr von Zucker aus dem freien Verkehr findet eine Vergütung der Zuckersteuer nicht statt.

§ 6. Nach näherer Bestimmung des Bundesrathes kann:

---

[1]) Vergl. C. Hager, Das Zuckersteuergesetz vom 31. Mai 1891.

[2]) Die Ausbeute betrug 1861 1 Meterztr. Zucker aus 12,6 Meterztr. Rüben; das Gesetz nahm eine Ausbeute von derselben Zuckermenge aus 11 Meterztr. Rüben an.

a) im Fall der Ausfuhr von Fabrikaten, zu deren Herstellung inländischer Rubenzucker verwendet worden ist oder im Fall der Niederlegung solcher Fabrikate in steuerfreien Niederlagen die Zuckersteuer für die verwendete Zuckermenge unerhoben bleiben oder im entrichteten Betrage vergütet werden;

b) inländischer Rübenzucker zur Viehfütterung oder zur Herstellung von anderen Fabrikaten als Verzehrungsgegenständen steuerfrei abgelassen werden.

Zucker für den unter b bezeichneten Zweck muss in der Regel vor der steuerfreien Verabfolgung unter amtlicher Aufsicht zum menschlichen Genusse unbrauchbar gemacht (denaturirt) werden.

§ 67. Das Gesetz tritt am 1. August 1892 in Kraft; für die vor diesem Termin hergestellten Zucker der nachbenannten Klassen:

a) Rohzucker von mindestens 90 % Zuckergehalt und raffinirter Zucker von unter 98, aber mindestens 90 % Zuckergehalt,

b) Kandis und Zucker in weissen, vollen und harten Broten, Blöcken, Platten, Stangen oder Würfeln oder in Gegenwart der Steuerbehörde zerkleinert; sogen. Krystalls und andere weisse, harte, durchscheinende Zucker in Krystallform von mindestens 99,5 % Zuckergehalt,

c) alle übrigen harten Zucker, sowie alle weissen, trockenen (nicht über 1 % Wasser enthaltenden) Zucker in Krystall-, Krümel- und Mehlform von mindestens 98 % Zuckergehalt, soweit dieselben nicht in die Klasse b gehören,

wird im Falle der Ausfuhr oder der Niederlegung in einer öffentlichen Niederlage oder in einer Privatniederlage unter amtlichem Mitverschlusse in einer Menge von mindestens 500 kg die Materialsteuervergütung nach den Sätzen von

zu Klasse a . . . . . 8,50 M.
„ „ [illegible] . . . . . [illegible] „
„ „ [illegible] . . . [illegible] „

für 100 kg gewährt, wenn der Zucker bis zum 31. Oktober 1892, diesen Tag einschliesslich, zur Abfertigung gestellt und die Identität vom 1. August 1892 ab bis zur Ausfuhr oder Niederlegung amtlich festgehalten worden ist.

§ 68. Auf die Dauer einer Uebergangsperiode vom 1. August 1892 bis 31. Juli 1897 werden für ausgeführten oder in einer öffentlichen Niederlage oder einer Privatniederlage unter amtlichem Mitverschluss aufgenommenen Zucker der im § 67 a, b, c bezeichneten Arten, wenn die abgefertigte Zuckermenge mindestens 500 kg beträgt und soweit nicht der Zucker die im § 67 vorgesehene Materialsteuervergütung erhält, Zuschüsse aus dem Ertrage der Zuckersteuer gewährt.

§ 65. Eingangszoll von Zucker. Vom 1. August 1892 ab ist für festen und flüssigen Zucker jeder Art ein Eingangszoll von 36 M. für 100 kg zu entrichten. Unter Zucker sind auch Rübensäfte, Füllmassen und Zuckerabläufe (Syrup, Melasse) verstanden.

Geht ausländischer Zucker unter Steuerkontrole zur weiteren Bearbeitung in eine Zuckerfabrik, so kann die Steuerbehörde gestatten, dass der Eingangszoll zunächst nur in dem nach Abzug der Zuckersteuer von 18 M. für 100 kg sich ergebenden Betrage, also zu dem Satze von 18 M. für 100 kg erhoben und des weiteren der Zucker als unversteuerter inländischer Rübenzucker behandelt wird.

Literatur. Stammer, K., Lehrbuch der Zuckerfabrikation (2. Aufl., Braunschweig 1887); Stohmann, Handbuch der Zuckerfabrikation (2. Aufl., Berlin 1885); Kaufmann, Die Zuckerindustrie in ihrer wirthschaftlichen und steuerfiskalischen Bedeutung (Berlin 1878); Lippmann, Geschichte des Zuckers, seiner Darstellung und Verwendung (Leipzig 1890); Zimmermann, Der Zucker im Welthandel (Berlin 1895); Jahresbericht über die Untersuchungen und Fortschritte auf dem Gesammtgebiet der Zuckerfabrikation (Braunschweig 1861); Paasche, Kultur- und Reiseskizzen aus Nord- und Mittelamerika (Magdeburg 1895).

Die Zolleinnahmen waren folgende:

Einnahme vom Zucker im Zollgebiet 1844/45 bis 1890/91.

Zeit [illegible] 1)	Menge der versteuerten Rüben 2)	Bruttoertrag der Rübensteuer 2)	Bruttoertrag der Eingangszölle 3): a) von raffinirtem Zucker	b) von Rohzucker und Farin	c) von Syrup	Zusammen	Gesammt-Bruttoertrag der Steuer und des Zolles	Rückvergütungen 4) für ausgeführt. Zucker	Nettoertrag der Steuer und des Zolles: überhaupt	auf den Kopf
	1000 kg	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	M.
Durchschn. jährlich										
[illegible]	[illegible]	[illegible]	46,7	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	21 266,9	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 168,6	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 199,6	[illegible]	925,6	[illegible]	[illegible]	1 159,0	[illegible]	[illegible]
76/77—80/81	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	27 230,1	[illegible]	[illegible]
[illegible]										
1881/82	[illegible]	[illegible]	660,1	361,0	496,9	1 518,0	101 869,2	[illegible]	[illegible]	1,26
1882/83	[illegible]	139 954,5	631,0	568,7	[illegible]	1 730,1	141 684,6	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1883/84	[illegible]	142 690,1	467,1	450,1	183,3	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,05
[illegible]	10 402 688	[illegible]	379,3	496,0	503,3	[illegible]	[illegible]	128 152,7	39 368,9	0,86
[illegible]	7 070 317	113 125,1	369,0	628,9	436,8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	24 492,2	[illegible]
1886/87	[illegible]	[illegible]	[illegible]	393,6	417,0	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1887/88	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 053,5	401,8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	0,31
1888/89	[illegible]	[illegible]	[illegible]	581,1	[illegible]	[illegible]	110 171,1	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1889/90	[illegible]	[illegible]	[illegible]	632,8	386,8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1 104,8	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

[1]) Durchschnittlich jährlich für die Perioden: a) 1. September 1844 bis 31. August 1850 (6 Jahre), b) 1. September 1850 bis 31. Dezember 1855 ($5^1/_3$ Jahre), c) 1. Januar 1856 bis 31. Dezember 1860, d) 1. Januar 1861 bis 31. Dezember 1865, e) 1. Januar 1866 bis 31. Dezember 1870, f) 1. September 1871 bis 31. August 1876, g) 1. September 1876 bis 31. Juli 1881. Die Zeit vom 1. Januar bis 31. August 1871 ist unberücksichtigt geblieben Von 1881/82 an einzelne Betriebsjahre, welche die Zeit vom 1. August bis 31. Juli umfassen.

[2]) Steuersätze für 100 kg rohe Rüben: vom 1. September 1844 an 0,30 M., vom 1. September 1850 an 0,60 M., vom 1. September 1853 an 1,20 M., vom 1. September 1858 an 1,50 M., vom 1. September 1869 an 1,60 M., vom 1. August 1886 bis 1. August 1888 1,70 M., für 1888/89 bis 1890/91 0,80 M. Für die drei letzten Jahre ist in der dritten Spalte neben dem Bruttoertrag der Materialsteuer der Nettoertrag der Verbrauchsabgabe (12 M. für 100 kg des zum inländischen Gebrauch bestimmten Zuckers — Ges. v. 9. Juli 1887, R.G.Bl. S. 308) aufgeführt.

[3]) Die am 1. September 1844 gültigen Zollsätze blieben mit Ausnahme desjenigen auf Syrup unverändert bis zum 1. September 1861, mit welchem Tage sie wesentlich herabgesetzt wurden. Eine weitere Ermässigung trat in Folge Gesetzes vom 26. Juni 1869 (R.G.Bl. S. 282) am 1. September 1869 ein, und vom 1. August 1888 an ist durch Gesetz vom 9. Juli 1887 der Zollsatz für Rohzucker dem für anderen Zucker gleichgestellt worden.

[4]) Bis 1. September 1861 wurde nur bei der Ausfuhr des im Inlande raffinirten indischen Zuckers Steuervergütung gewährt und erst von da ab auch für ausgeführten Rübenzucker. Die Vergütungssätze wurden am 1. September 1866 und weiter am 1. September 1869 erhöht, sodann am 1. August und 1. September 1883 wieder herabgesetzt, und am 1. Oktober und 1. November 1887, ferner am 1. August und 1. Oktober 1888 (Materialsteuervergütung) weiter ermässigt. In obiger Uebersicht sind die in den betreffenden Jahren wirklich bezahlten, nicht etwa die Vergütungsbeträge verzeichnet, die den ausgeführten Mengen entsprechen. Vom Betriebsjahr 1886/87 an sind die für Zucker, der aus Niederlagen in den freien Verkehr des Zollgebiets zurückgebracht worden ist, erstatteten Vergütungsbeträge in Abzug gebracht.

Gährungsgewerbe.

Die Gährungsgewerbe befassen sich mit der Herstellung von Spiritus, Bier, Wein, Essig. Die Herstellung dieser Stoffe beruht auf Vorgängen, die man als Gährung und Fermentwirkung [1]) bezeichnet.

Während früher diese beiden Vorgänge als gleichartige betrachtet wurden, ist jetzt der prinzipielle Unterschied erkannt, dass die Gährung durch organisirte Lebewesen (Spross- und Spaltpilze), dagegen fermentative Vorgänge durch ungeformte chemische Verbindungen, Enzyme wie Diastase, Emulsin, Pepsin etc. veranlasst werden. Vergl. S. 194.

1. Gährung.

Von den verschiedenartigen Gährungen ist an dieser Stelle nur die alkoholische zu berücksichtigen, bei welcher durch die Einwirkung von Hefen [2]) auf Zuckerarten als wesentliche Produkte Alkohol und Kohlensäure entstehen:

$$C_6H_{12}O_6 = 2C_2H_6O + 2CO_2$$

und zwar liefern 100 Thle.

Rohrzucker . . .	51,11 Thle.	Alkohol
Maltose	51,08 „	„
Dextrose	48,67 „	„

Daneben entstehen geringe Mengen Bernsteinsäure und Glycerin; ca. 1 % Zucker wird ferner zum Wachsthum der Hefe verbraucht.

Gährungstheorien [3]). Cagniard de Latour und Schwann wiesen 1836 zuerst nach, dass Wein- und Bierhefe ein lebender, durch Sprossung sich vermehrender Pilz ist. Auf Grund ihrer Beobachtungen wurde (besonders von Turpin) die Gährung als der Vegetationsprozess der Hefe aufgefasst, wobei der Zucker verzehrt und Kohlensäure nebst Alkohol ausgeschieden wurden.

---

[1]) Ferment (fervimentum) leitet sich von fervere (brausen) ab (bezüglich auf beim Gähren auftretende Gasentwickelung).

[2]) Unter Umständen können auch Schimmel- und Spaltpilze Gährung veranlassen.

[3]) Die Kritik der Gährungstheorie s. in Nägeli, Theorie der Gährung. München 1879.

Im Gegensatz zu dieser vitalen Theorie stellte Liebig 1838 die mechanische auf, dass ein in der Hefe befindlicher, nicht bekannter Stoff durch Kontaktwirkung den Zucker zum Zerfall bringt; Gährung und Lebensprozess der Hefe sollten in keinem Zusammenhang stehen.

Nach Traube 1858 soll sich in der Hefe ein Enzym vorfinden, das den Zucker spaltet, etwa wie Diastase Kohlenhydrate verzuckert (Fermenttheorie).

Endlich stellte Pasteur (Etudes sur la bière) 1872 die Theorie auf, dass eine Zersetzung des Gährmaterials dadurch eintritt, dass die Hefe ihm Sauerstoff entzieht (Sauerstoffentziehungstheorie). Gährung ist Leben ohne Luft.

Die Unzulänglichkeit der obigen Theorien wies Nägeli (l. c.) nach. Nach seiner Theorie übertragen die Moleküle und Atomgruppen der Verbindungen, welche das lebende Plasma [1]) der Hefezelle enthält, ihren Bewegungszustand auf das Gährmaterial und bringen es dadurch zum Zerfall; das Plasma bleibt hierbei unzersetzt. Die Gährungsursache liegt im Innern der Zelle und erstreckt ihre Wirksamkeit ziemlich weit über die Zelle hinaus. Die Zuckerzerlegung findet nur wenig in der Zelle, vorwiegend ausserhalb derselben statt.

Trotzdem Nägeli's molekular-physikalische Theorie ihre Schwächen hat, muss sie nach Lage der Wissenschaft als die zutreffendste betrachtet werden.

Die Hefe

besteht aus den Zellen der Hefepilze, die zur Familie Saccharomyceten gehören.

Jede einzelne der kugeligen, ovalen oder langgestreckten Zellen von 0,008 bis 0,01 mm Längsdurchmesser besteht aus Plasma, das von einer zarten Membran umschlossen ist, und enthält im Innern feine Körnchen, wahrscheinlich eiweissartiger Natur, Fetttröpfchen und Vakuolen, d. i. Zellsafttröpfchen, die früher für Hohlräume angesehen wurden. Hefe besteht aus:

Cellulose und Pflanzenschleim	37 %
Proteïnstoffe, gewöhnliche	36
Proteïnstoffe, leicht zersetzliche	9
Pepton	2
Fett	5
Asche	7
Extraktivstoff etc.	4

Die Vermehrung auf geeignetem Nährboden (Zuckerlösung mit einem Gehalt an Stickstoff und anorganischen Bestandtheilen) erfolgt gewöhnlich durch Sprossung, unter geeigneten Umständen [2]) durch endogene Sporen.

Im ersten Fall wächst die Zelle an einer Stelle stärker, stülpt sich dort aus und bildet durch Zuführung von Protoplasma zu dieser Ausstülpung eine zweite Zelle, die bis zur Grösse der Mutterzelle heranwächst, s. Fig. 198, sprossende Hefe (in 1000facher Vergrösserung) nach Hansen. Indem die Sprosszellen von Neuem Sprossen treiben, so lange sie noch mit der Mutterzelle in Verbindung stehen, entstehen Sprossverbände, Sprossmycelien (s. Fig. 197) [3]).

---

[1]) Als Plasma bezeichnet Nägeli den halbflüssigen schleimigen Inhalt der Pflanzenzelle, der aus löslichen und unlöslichen Albuminaten besteht.

[2]) Nur junge, kräftige Zellen von echten Saccharomyceten bilden nach Hansen Sporen, wenn sie auf einer feuchten Unterlage bei reichlichem Luftzutritt ausgesät werden und eine Temperatur nahe 25° innegehalten wird. Die in der Technik verwendeten Hefen sind uralte Kulturpflanzen, deren verschiedene Rassen ursprünglich aus „wilden Hefen“ gewonnen wurden und bei der Kultur in den gährenden Flüssigkeiten sich immer weiter durch Sprossung vermehrt haben.

[3]) Ueber typisch gegliederte Mycelien der Saccharomyceten, wie sie von

Die Vermehrung der Hefe durch Bildung endogener Sporen (Endosporen) findet in der Art statt, dass in einer bestimmten Mutterzelle — Ascus (Schlauch) — runde, homogene Körper hervortreten, die allmählich an Volumen zunehmen, sich mit einer Scheidehaut überziehen und Sprossen bilden, wie die gewöhnlichen Hefezellen. Ihrer Bildung im Ascus nach werden die Sporen als Askosporen bezeichnet. Fig. 198

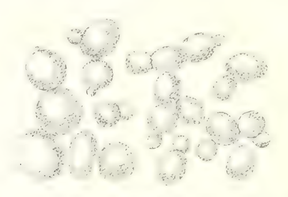


Fig. 197.
Saccharomyces cerevisiae I. Zellenformen der jungen Bodensatzhefe nach Hansen.
Aus Jørgensen, Mikroorganismen der Gährungsindustrie.

zeigt solche von Saccharomyces cerevisiae nach Hansen; *a* sind Zellen mit Anlage zur Sporenbildung, *b* Zellen mit abnorm viel Sporen, *c* die Scheidewandbildung.

Nur die lebende, nicht abgestorbene Hefe ruft Gährung hervor.



Fig. 198. Saccharomyces cerevisiae I mit Askosporen nach Hansen.
Aus Jørgensen, Mikroorganismen der Gährungsindustrie.

Zur Ernährung bedarf die Hefe neben Zucker noch stickstoffhaltiger und anorganischer Stoffe.

Ferner muss die Luft frei zutreten können und eine bestimmte Temperatur innegehalten werden; doch findet auch bei Luftabschluss Wachsthum resp. Gährung statt. Je lebhafter das Wachsthum ist, um so stärker ist die Gährung, ohne dass jedoch die Höhepunkte beider zusammenfallen.

Hansen zuerst in der Kahmhaut nachgewiesen wurden. Vergl. Jørgensen. Die Mikroorganismen in der Gährungsindustrie. Berlin 1892.

Geeignete Nährlösungen sind Bierwürze, Branntweinmaische oder eine Lösung von etwa folgender Zusammensetzung (in Gramm):

Wasser .	100
Zucker	15
Ammoniumnitrat	1
Monokaliumphosphat	0,5
Tricalciumphosphat	0,05
Magnesiumsulfat . .	0,25

Von den verschiedenen Zuckerarten wird Dextrose von Kulturhefearten am schnellsten vergohren, Lävulose langsamer und Isomaltose am schwierigsten. Rohrzucker wird zunächst durch das Enzym der Hefe, des Invertin in Dextrose und Lävulose gespalten[1]). Maltose wird ebenfalls vergohren, Milchzucker nicht.

Die Temperatur der Gährung liegt am günstigsten zwischen 30 und 35 °; bei 40 ° ist der Prozess unvollständig, bei 50 ° ist die Hefe unwirksam und wird über 70 ° getödtet. Dagegen ist sie noch nahe 0 ° wirksam und wird auch nicht durch Gefrieren getödtet, wohl aber durch schnelles Aufthauen.

Die Konzentration der Zuckerlösung spielt bei der Gährung ebenfalls eine wichtige Rolle. Wendet man gleiche Theile Hefe (mit ca. 75 % Wasser) und Zucker in 4- bis 8 %iger Lösung an, so erfolgt bei 34 ° die Gährung am schnellsten. Steigert man die Konzentration auf 9 bis 15 % Zucker, so wird die Gährdauer für 1 % Zucker um 5 % verlangsamt; bei noch grösserer Konzentration bis 25 % Zucker, vergrössert 1 % Zucker die Gährdauer um ca. 12 %. Bei 30 % Zucker findet keine vollständige Vergährung mehr statt.

Wenn andererseits die Konzentration der Zuckerlösung unter 4 % sinkt, so findet gleichfalls eine Verzögerung der Gährdauer statt und zwar vergährt eine

2 %	ige Lösung um ca.	10 %	langsamer als eine	3 %ige
1	„ „ „ „	40	„ „ „	2 „
0,5	„ „ „	45	„ „ „	1 „
0,1	„ „ „ „	100	„ „ „	0,5 „

doch findet noch im letzteren Fall vollständige Vergährung statt.

Bei Anwendung geeigneter Nährlösung für die Hefe kann eine wesentlich geringere Aussaat derselben erfolgen, da dieselbe sich unter diesen Bedingungen schnell vermehrt und ausserdem gährkräftiger als solche ohne Nährboden ist.

Verstärkt und unter Umständen gehemmt wird die Gährkraft der Hefe durch bestimmte Antiseptica. Aus Versuchen von Biernacki (Lintner S. 238) mit Sublimat, Kupfersulfat, Kaliumpermanganat, Brom, Schwefelsäure und Borsäure, ferner mit Chloralhydrat, Chininsulfat, Thymol, Benzoësäure, Salicylsäure, Phenol und Pyrogallol geht u. A. Folgendes hervor:

a) Alle antiseptischen Mittel vermögen in kleineren Dosen die Gährung zu verstärken und zu beschleunigen.

b) Je kräftiger ein Mittel in grösseren Dosen gährungshemmend wirkt, um so mehr vermag es bei geeigneter Verdünnung zu fördern.

[1]) Von Saccharomyces Marxianus (von Weinbeeren) wird zwar Saccharose, aber nicht Maltose vergohren. — Saccharomyces apiculatus enthält kein Invertin und vergährt daher Rohrzucker nicht.

c) Die Konzentration des Mittels kann um so grösser sein, je grösser die vorhandene Hefenmenge ist.

d) Die organischen Mittel scheinen gährungsförderlicher als die anorganischen zu sein.

e) Durch Anwendung mehrerer Antiseptica, insbesondere anorganischer und organischer, wird die Wirkung verstärkt.

Betreffs Einwirkung von Säuren auf den Verlauf der Gährung hat sich herausgestellt, dass flüchtige Fettsäuren stark gährunghemmend wirken können. Am schädlichsten sind Buttersäure und Capronsäure, dann Propionsäure und Ameisensäure, weniger wirksam ist Essigsäure. Salzsäure und Schwefelsäure entsprechen etwa der Ameisensäure, die Phosphorsäure der Essigsäure.

Das Wachsthum der Hefe wird im Allgemeinen durch die genannten Säuren mehr beeinflusst als die Gährkraft.

Für Milchsäure und Schwefelsäure wurde nachgewiesen, dass geringe Säuremengen den Gährprozess günstig beeinflussen können.

Von besonderer Bedeutung für die Gährungsindustrie sind neuerdings die Flussäure und ihre Alkalisalze geworden. Schon 0,005 bis 0,015 g derselben auf 100 ccm Maische vermag die schädliche Wirkung der Spaltpilze zu hindern, ohne dabei die Gährthätigkeit der Hefe zu beeinträchtigen. Nach Versuchen von Effront (Ch. Z. Rep.) wirkt Ammoniumfluorid auf 20%ige Malzwürze folgendermassen ein:

a) Bei Zusatz von 0,006 g auf 100 ccm wird das Hefewachsthum gesteigert; bei Dosen von 0,030 g hat die Gährkraft ihr Maximum erreicht und eine Hefevermehrung findet nicht mehr statt; ein grösserer Zusatz (0,050 g) vermindert die Zahl der Hefezellen, während die Gährwirkung noch gesteigert wird. Eine Dosis von 0,3 g hemmt die Entwickelung der Hefe fast völlig und schwächt auch die Gährwirkung. Gelangt eine solche Hefe in fluorfreie Würze, so entwickelt sie sich wieder in normaler Weise, während die vorhandenen Spaltpilze vernichtet werden.

b) Auf die verschiedenen Heferassen wirkt das Fluorid ungleichartig ein; Saccharomyces Pastorianus I wird am meisten angegriffen.

Ueber die Verwendung der Fluoride im Brennereibetrieb s. unten.

Hefearten. Man hat, wie Pasteur nachwies, die wilden Hefen von den durch jahrhundertlange Kultur aus ihnen hervorgegangenen Kulturhefen (Bier- und Weinhefe) zu unterscheiden.

Während man früher von der letzteren nur die Existenz zweier Arten: Ober- und Unterhefe[1]) voraussetzte, zeigte Hansen 1883, dass mehrere Spezies und Rassen der Kulturhefe zu unterscheiden sind, welche die Gährung in eigenthümlicher Weise beeinflussen.

Die Unterscheidungsmerkmale dieser verschiedenen Hefearten sind nicht allein im mikroskopischen Bild (Bau und Grösse der Zellen), sondern hauptsächlich in der Askosporenbildung zu finden. Auf der Thatsache, dass wilde Hefe unter geeigneten Umständen in weit kürzerer Zeit Sporen bildet als die Kulturhefe, ist ein spezielles physiologisch-analytisches Verfahren begründet worden. Auch der Bau der Sporen, ferner die Temperatur für deren Bildung

---

[1]) Entsprechend der Ober- und Untergährung des Bieres; bei ersterer, die stürmisch bei 13 bis 18° verläuft, wird die Hefe durch die lebhaft sich entwickelnde Kohlensäure an die Oberfläche der Flüssigkeit gehoben, bei der langsamen bei 5 bis 10° verlaufenden Untergährung bildet sie einen Bodensatz.

stehen wichtige Hilfsmittel für die Analyse dar. Jörgensen bei Weinhefen noch die Vorgänge bei der Hautbildung (Temperatur, Zeit und mikroskopisches Bild) und das Verhalten gegenüber verschiedenen Zuckerarten charakteristische analytische Handhaben.

Von den Reinhefen, die Hansen züchtete, seien erwähnt:

Bezeichnung	Herkunft	Vergährung
Karlsberger Unterhefe I . .	Untergährige Kulturbierhefe	Monosaccharide, Saccharose und Maltose werden vergohren: Milchzucker nicht
" " II .	dto.	
Saccharomyces cerevisiae I .	Obergährige Bierhefe	
Saccharomyces ellipsoideus I	Untergährige wilde Hefe von Weinbeeren	
" " II		
Saccharomyces Pastorianus I	Luft von Gährungsräumen	
" " II	dto.	
" " III	dto.	

Als Krankheitshefen haben sich Saccharomyces Pastorianus I und III erwiesen, insofern erstere den bitteren Geschmack, letztere die Trübung des Bieres hervorruft.

Saccharomyces Pastorianus (Fig. 199 u. 200) unterscheidet sich von Saccharomyces cerevisiae schon im mikroskopischen Bild durch die ge-

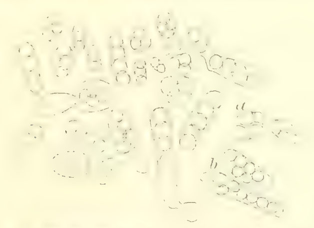


Fig. 199. Saccharomyces Pastorianus II mit Askosporen nach Hansen. Aus Jörgensen, Mikroorganismen der Gährungsindustrie.

strecktere Form der Zellen. Fig. 200 zeigt die Zellformen der jungen Bodensatzhefe, Fig. 199 Askosporen.

Jörgensen gruppirt die verschiedenen Hefearten nach ihrem technischen Verhalten folgendermassen:

A. Untergährige Arten:
1. Schnell klärende und schwach vergährende (vergl. bei Bier). (Das Bier ist stark schaumhaltend und hält sich nicht bei längerer Aufbewahrung, sondern erleidet Hefetrübung.)
2. Ziemlich schnell klärende und nicht stark vergährende. (Das Bier ist stark schaumhaltend und nicht besonders haltbar gegen Hefetrübung.)
3. Langsam klärende und stärker vergährende. (Das Bier ist gegen Hefetrübung sehr haltbar.)

B. Obergährige Arten:
1. Schwach vergährende, schnell klärende.
2. Stark vergährende, schnell klärende.
3. Stark vergährende, langsamer klärende.

Für den technischen Betrieb ist es von hervorragendster Bedeutung, mit reiner Hefe zu arbeiten.

Obwohl Hansen schon 1883 nachwies, dass die häufigsten und schädlichsten Krankheiten des Bieres auf die Verwendung unreiner Hefe zurückzuführen sind, und seit jener Zeit die Hefereinzucht in der Bierbrauerei im Grossen eingeführt wurde, hat man erst neuerdings (1892) angefangen, sie in der Spiritusfabrikation im Grossen zu benutzen.

Ueber Reinkulturen von Hefe s. beim Abschnitt Bier.



[illegible]

Spaltpilze oder Bakterien begleiten oft die unreine Hefe und bewirken in der Maische zumal die Entstehung von Milchsäure, Buttersäure und Essigsäure.

2. Die fermentativen Vorgänge

im Thier- und Pflanzenkörper werden durch die Enzyme hervorgerufen, Körper, die den Eiweissstoffen nahe stehen und im Stande sind, in äusserst geringer Menge grosse Mengen organischer Stoffe umzuwandeln; meist findet dieser Prozess durch Hydratisirung, d. h. Aufnahme von Wasser, statt.

Nägeli sieht den Unterschied der Fermentwirkung gegenüber der Gährung darin, dass das Ferment als einheitliche chemische Verbindung agirt, dagegen die Hefezelle durch die kombinirte Molekularbewegung mehrerer Verbindungen.

Von den Enzymen, welche Kohlenhydrate spalten, kommen in Betracht[1]): Diastatische Enzyme; Ptyalin, Pankreatin, Invertin.

Die ersteren sind, wie schon oben (beim Stärkezucker) erwähnt, im Malz, d. i. der gekeimten Gerste, enthalten und spalten die Stärke

[1]) [illegible] ie Fette, Glykoside und Proteïn- [illegible]

zu Dextrin (Amylo-, Erythro- und Achroodextrin), Isomaltose und Maltose.

Im Gegensatz zu Brown und Morris (s. S. 367 bei Dextrin) stellen Lintner und Düll (B 26; Ch. Z. Rep. 1893) folgende Theorie des Abbaus der Stärke durch Diastase auf. Die Stärke ist als eine Vereinigung hochmolekularer Komplexe anzusehen. Durch Erhitzen mit Wasser unter einem Druck von 2,5 bis 5 Atm., durch verdünnte Säuren, durch Diastasewirkung und ähnliche Eingriffe wird ein Zerfall der Stärke herbeigeführt: zunächst tritt als einfachstes Produkt das Amylodextrin auf, durch Diastase wird dieses dann weiter gespalten, indem daraus Erythrodextrin, aus letzterem weiter Achroodextrin gebildet wird, dessen Spaltungsprodukt, die Isomaltose, sich in Maltose umlagert. Diese Prozesse verlaufen nun nicht der Reihe nach, einer nach dem anderen, sondern es gehen diese Umwandlungen neben einander vor sich, so dass alle Produkte zugleich in der Masse vorhanden sein können. — Der chemische Vorgang wird durch folgende Gleichungen illustrirt:

I. $(C_{12}H_{20}O_{10})_{54} + 3H_2O = 3[(C_{12}H_{20}O_{10})_{17} \cdot C_{12}H_{22}O_{11}]$.

II. $3[(C_{12}H_{20}O_{10})_{17} \cdot C_{12}H_{22}O_{11}] + 6H_2O = 9[(C_{12}H_{20}O_{10})_5 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}]$.

III. $9[(C_{12}H_{20}O_{10})_5 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}] + 45H_2O = 54\underset{\text{Isomaltose}}{C_{12}H_{22}O_{11}} =$

IV. $54\underset{\text{Maltose}}{C_{12}H_{22}O_{11}}$.

Amylodextrin $(C_{12}H_{20}O_{10})_{54}$ wird durch Ausfällen mit Alkohol aus wässeriger Stärkelösung erhalten und stellt nach dem Entwässern mit absolutem Alkohol, Auswaschen mit Aether und Trocknen über Schwefelsäure im Vakuum ein lockeres, weisses Pulver dar. Aus 20- bis 30%iger wässeriger Lösung kann es in Sphärokrystallen gewonnen werden. Es ist in kaltem Wasser schwer löslich, löst sich aber in heissem Wasser in jedem Verhältniss. Fehling'sche Lösung wird selbst durch 10%ige Lösung nicht reduzirt; Jodjodkaliumlösung gibt eine tiefblaue Reaktion; das spezifische Drehungsvermögen beträgt $\alpha_D = 196$. Amylodextrin ist jedenfalls als ein Hauptbestandtheil der als Amidulin, lösliche Stärke etc. beschriebenen Präparate anzusehen. Diastase bewirkt einen Zerfall des Amylodextrins in 3 Moleküle:

Erythrodextrin $(C_{12}H_{20}O_{10})_{18} + H_2O = (C_{12}H_{20}O_{10})_{17} \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$ ist in Wasser leicht löslich, in heissem 50%igem Alkohol kaum löslich, aus heissen, alkoholhaltigen wässerigen Lösungen in Sphärokrystallen erhältlich. Es reduzirt deutlich Fehling'sche Lösung. Jodreaktion: rein rothbraun, $\alpha_D = 196$. Durch Diastase zerfällt es in 3 Moleküle.

Achroodextrin $(C_{12}H_{20}O_{10})_6 + H_2O = (C_{12}H_{20}O_{10})_5 \cdot C_{12}H_{22}O_{11}$, welches in Wasser sehr leicht löslich, in 70%igem Alkohol aber kaum löslich ist. Es wurde ebenfalls in Sphärokrystallen beobachtet, konnte aber in dieser Form nicht isolirt werden. Fehling'sche Lösung wird dadurch reduzirt, gegen Jod verhält es sich reaktionslos. Achroodextrin schmeckt schwach süss; die beiden ersten Dextrine sind geschmacklos.

Isomaltose (wahrscheinlich $C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$) konnte krystallinisch bis jetzt nicht gewonnen werden; indessen scheidet es sich aus methylalkoholischer Lösung in harten Krusten aus, die auf eine krystallinische

Struktur schliessen lassen, so dass die Isolirung in krystallinischer Form bald zu erwarten ist. Sie ist in Wasser und 80%igem Alkohol, sowie in Methylalkohol verhältnissmässig leicht löslich. 95%iger Alkohol löst Isomaltose kaum, während die Maltose noch in einer Menge von 5% löslich ist. Gegen Wärme ist die Isomaltose sehr empfindlich, ihre Lösungen färben sich beim Eindampfen auf dem Wasserbade gelb. Sie besitzt einen intensiv süssen Geschmack, reduzirt kräftig Fehling'sche Lösung, $\alpha_D = 140$. Die durch Hefe hervorgerufene Gährung ist bei der Isomaltose bedeutend schwächer als bei der Maltose. Diastase führt sie in Maltose über. Mit Hydrazin wird ein Osazon mit dem Schmelzpunkt 150 bis 153° erhalten.

Die quantitativen Verhältnisse der Umwandlungsprodukte verändern sich mit der Temperatur, bei welcher die Einwirkung der Diastase stattfindet. Die sogen. Amyloïne oder Maltodextrine stellen sich theils als Gemenge von Dextrinen mit Isomaltose dar, theils sind sie mit diesen identisch.

Das Auftreten der Isomaltose vor der Maltose macht es wahrscheinlich, dass die Dextrine und daher auch Stärke aus Isomaltosegruppen zusammengesetzt sind (B. 26. 2533; Ch. Z. Rep. 1893. 320).

Man kann folgende zwei diastatische Fermente unterscheiden:

a) Sekretionsdiastase, die Stärke leicht auflöst. Sie wird besonders beim Keimen durch sezernirende Thätigkeit der Zellen gebildet;

b) Translokationsdiastase, die kaum Stärke zu lösen vermag. Ihre Bildung erfolgt schon im ruhenden Samen und im Embryo überall, wo transitorische Stärke auftritt.

Der Einfluss der Temperatur auf die Diastasewirkung ist schon oben angeführt.

Von den anderen diastatischen Enzymen ist Invertin in der Kulturhefe vorhanden und spaltet Rohrzucker in Dextrose und Lävulose.

Ptyalin des Speichels und Pankreatin im Sekret der Bauchspeicheldrüse verwandeln Stärke in Maltose resp. Dextrose.

Literatur. Hansen, Untersuchungen aus der Praxis der Gährungsindustrie (München 1892); Jörgensen, Die Mikroorganismen in der Gährungsindustrie (Berlin 1892); Bauer, Gährungstechnische Untersuchungsmethoden (Braunschweig 1891).

Spiritus.

Geschichte. Wenn auch im Alterthum bereits Wein und Bier bekannt waren, so wurde doch erst im 8. Jahrh. nach Erfindung der Destillation durch die Alchemisten Weingeist dargestellt. Der durch Destillation vergohrener Getränke erhaltene dünne „Branntwein“ wurde rektifizirt und durch Behandeln mit entwässerter Pottasche oder Kalk konzentrirt. Absoluter Alkohol wurde erst im Jahre 1796 von Lowitz und Richter durch Rektifikation des Weingeistes über entwässerte Pottasche resp. Chlorcalcium erhalten.

In dem Maasse, wie der Alkohol als Genussmittel und in der Technik Verwendung fand, verbesserte sich die Fabrikation. An Stelle des im vorigen Jahrhundert als Rohmaterial fast ausschliesslich verwendeten Getreides sind seit 1820 die Kartoffeln in grösserem Massstab getreten, die ein billigeres Produkt liefern, während die Abfälle (Schlempe) als Futtermittel benutzt werden.

Ueber den Einfluss der Steuergesetzgebung auf die Entwicklung der Industrie s. unter Wirthschaftliches.

Einen der wesentlichsten Fortschritte der Industrie bezeichnet das 1871 von Hollefreund eingeführte Verfahren zum Erhitzen der stärkehaltigen Rohmaterialien unter Druck, das namentlich von Henze verbessert wurde. Ferner haben sinnreiche Konstruktionen von Destillir- und Rectifizirapparaten den Betrieb rationell gestaltet.

Als Rohmaterialien werden benutzt:

1. Kartoffeln, Getreide;
2. Zuckerrüben, Melasse und süsse Früchte;
3. Wein, Abfälle von Wein, Bier etc.

Während im letzten Fall der im Rohmaterial enthaltene Alkohol nur durch eine Destillation abzuscheiden ist, muss bei Verarbeitung der zuckerhaltigen Körper erst eine Vergährung stattfinden und bei der Benutzung von Kartoffeln und Getreide muss aus der Stärke zunächst Zucker gebildet werden.

Die Brennereien liefern meist nur Rohsprit (mit 80 bis 95 % Alkohol), der in besonderen Raffinerien gereinigt wird: Feinsprit (mit 95 bis 96 % Alkohol).

Von der grössten Bedeutung sind in Deutschland die Kartoffelbrennereien. Auch Russland und Frankreich verarbeiten viel Kartoffeln. Von Getreide als Rohstoff benutzt Russland viel Roggen, England Weizen (Whisky), Ungarn, Amerika, Italien Mais, Italien, England Reis, der in Ostindien den Arrak liefert. Die süsse Kartoffel, Batate, verarbeitet man viel in den Tropen, die orientalische Hirseart Dari in Europa. Zuckerrüben dienen vorwiegend in Frankreich und Oesterreich-Ungarn als Ausgangsmaterial, in Deutschland nur wenig. Die Melasse wird in Deutschland und Oesterreich meist entzuckert, in Frankreich vergohren. Die Zuckerrohrmelasse liefert in den Tropen den Rum. Die zuckerhaltigen Wurzelknollen der Erdbirne, die Topinambur, werden viel in Belgien und Frankreich benutzt. Trinkbranntweine (Slibowitz, Kirschwasser) werden durch Destillation vergohrener Früchte und Traubenpresslinge erhalten. Alkoholhaltige Rohstoffe (Weingeläger, vergohrene Trester, Drusen, Hefe etc.) destillirt man in den Weinländern. Wein liefert bei der Destillation Cognak.

1. Verarbeitung stärkemehlhaltiger Rohstoffe.

Zur Darstellung des Spiritus aus stärkemehlhaltigen Rohstoffen bedarf man des Malzes, um das Stärkemehl in gährungsfähigen Zucker zu verwandeln.

Malz

ist gekeimtes und daher diastasehaltiges Getreide, welches die Eigenschaft hat, Stärke zu verzuckern (s. S. 191). Für die Zwecke der Brennerei (vergl. auch bei Bier) soll der Diastasegehalt ein möglichst hoher sein.

Man benutzt als Rohmaterial meist Gerste; Weizen- und Roggenmalz sind demjenigen aus Gerste fast gleichwerthig, Hafer- und Maismalz dagegen minderwerthig.

Die Keimfähigkeit der Gerste, die für die Brauchbarkeit in der Brennerei am meisten in Betracht kommt, wird durch einen praktischen Versuch ermittelt: mindestens 95 % der Körnerzahl sollen

keimfähig sein. Vor dem Gebrauch ist sie mehrere Wochen durch Lagern in luftigen Räumen zu trocknen.

Die Keimung der Gerste, d. i. die Entwickelung der Organe des Embryos auf Kosten der Nährstoffe des Kornes, wird durch Feuchtigkeit, Luftzufuhr, Temperatur beeinflusst. Die genügende Menge Wasser (ca. 48 %) führt man dem Korn durch das Einquellen zu. Für geeignete Lüftung muss man durch lockere Lagerung im Malzhaufen und häufige Bearbeitung sorgen, da die Keimung von einer Art Verbrennung eines Theils der Stärke des Kornes zu Kohlensäure und Wasser begleitet wird und die erstere den Keimprozess ungünstig beeinflusst. Die Temperatur ist auf 15 bis 17,5 ° zu erhalten.

Beim Keimen wird ein Theil der Stärke in Zucker verwandelt, ferner findet eine Spaltung der Proteïnstoffe in einfachere und lösliche Verbindungen statt, auch zeigt sich Abnahme des Fettgehaltes, eine Zunahme des Cellulosegehaltes und die Bildung verschiedener Säuren (Ameisensäure, Essigsäure etc.). In welcher Weise die Diastase entsteht, ist nicht bekannt.

Das Weichen oder Einquellen erfolgt im Quellstock (in der Weiche, s. Bier), und zwar rechnet man auf 100 kg Gerste einen Quellstockraum von 300 l.

Die verbreitetste Form ist die eines viereckigen, gemauerten Kastens, der mit Cement verputzt ist und am Boden ein Rohr mit Hahn zum Ablassen des Weichwassers besitzt; damit nicht Gerste mitgerissen wird, ist die Oeffnung am Boden mit einem Sieb bedeckt.

1 hl Gerste erfordert 120 bis 136 l Wasser, das tüchtig mit den Körnern durchgemischt wird, worauf man mehrere Stunden absetzen lässt und die obenauf schwimmenden Verunreinigungen abschöpft.

Das Volumen der Gerste nimmt beim Quellen um 29 bis 34 % zu, das Gewicht um 52 bis 58 %; andererseits entzieht das Wasser der Gerste Farb-, Geschmack- und Geruchstoffe, ferner Kohlehydrate, Eiweissstoffe und Salze. Die Dauer des Weichens hängt ab von:

α) der Beschaffenheit der Gerste, insbesondere der Dicke der Hülse, der Härte und der Zeit der Ablagerung;

β) dem Wasser, insofern in weichem die Quellreife wesentlich früher als in hartem eintritt;

γ) der Temperatur desselben, die 15 ° nicht übersteigen soll, da bei höherer Temperatur zu rasches Quellen eintritt, das leicht die Keimfähigkeit verringert.

Man wechselt das erste Weichwasser nach 8 Stunden, das zweite alle 8 bis 12 oder 24 Stunden, je nachdem die Witterung kalt oder warm ist. Im Allgemeinen beträgt die Quelldauer im Sommer 36 bis 48, im Winter 70 bis 100 Stunden. Quellreif ist die Gerste, wenn sich das gequellte Korn über den Fingernagel biegen lässt und beim Drücken zwischen Daumen und Zeigefinger nicht sticht. Im Inneren soll es einen trockenen Kern zeigen; hat es zu lange im Wasser gelegen, so ist das Innere breiig und die Keimfähigkeit beeinträchtigt.

Das Keimen der quellreifen Gerste[1]) erfolgt auf der Tenne durch Ausbreiten in Beeten oder Haufen und systematisches Umschaufeln.

[1]) [illegible] mechanischen [illegible] M[illegible], welche [illegible] Handarbeit erspart, vergl. beim Bier.

so dass sich möglichst alle Körner stets in gleichem Stadium der Entwickelung befinden.

Die Tenne soll auf 1000 l Maischraum 12,5 bis 16,6 qm umfassen, gut ventilirbar und leicht zu reinigen sein. Die Temperatur soll möglichst gleichmässig 15° betragen, weshalb man die Tenne meist in Keller (Malzkeller) verlegt, deren Boden mit Asphalt, Sandstein, Solnhofer Platten, Zement etc. belegt ist.

Man häuft das Korn zunächst zu flachen, ca. 0,4 m hohen Schichten (Spitzhaufen) auf und überlässt es sich selbst, bis am Ende des Kornes die Wurzelscheide hervorbricht, das Korn spitzt (s. Fig. 201), worauf man durch Ausbreiten in niedrigere Schichten und häufiges

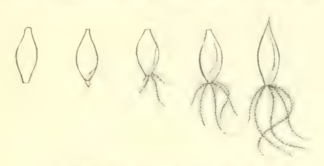


Fig. 201. Entwickelung des Malzes.

Umschaufeln Sorge trägt, dass die Temperatur nicht zu hoch (über 17,5°) steigt; gleichzeitig wird die Einwirkung der Kohlensäure auf das Korn verhindert. Nach 5 bis 6 Tagen ist im Allgemeinen der Höhepunkt der Diastaseentwickelung erreicht. Die Länge des Wurzelkeimes beträgt dann das Anderthalbfache der Länge des Kornes (siehe Fig. 201). Der Diastasegehalt verändert sich hierauf 3 bis 4 Tage nicht und nimmt mit dem Ausbrechen des Blattkeimes wieder ab.

Das gekeimte feuchte Malz, Grünmalz, wird für die Brennerei am zweckmässigsten direkt verwendet. Wenn es aufbewahrt werden soll, so muss es getrocknet werden, da es sich sonst in Folge seines hohen Wassergehaltes (ca. 47%) zersetzen würde. Ueber das durch Trocknen an der Luft oder bei gelinder Wärme (unter 50°) erhaltene Luft- und Darrmalz s. w. u.

Bei der Malzbereitung aus anderen Materialien hat man vorzüglich das Quellen entsprechend umzugestalten. Roggen und Weizen, die nicht von Spelzen umgeben sind, werden schon nach 16 bis 20 Stunden quellreif. Auch die Keimung des Weizens verläuft schneller als die der Gerste, in ca. 3 Tagen. Das erhaltene Malz ist dem obigen gleichwerthig. Hafer wird in Ungarn viel auf Malz verarbeitet. Mais im Süden.

Damit beim Maischen die Diastase völlig aus dem Korn extrahirt und die Malzstärke leicht gelöst und verzuckert werden kann, muss das Malz zerkleinert werden. Man benutzt hierzu vielfach Malzquetschen, in denen das Malz zwischen zwei glatten Walzen von verschiedener Umdrehungsgeschwindigkeit zerdrückt wird. Malzmilchapparate zerkleinern das Malz bei Gegenwart von Wasser in einer Centrifugalmühle, so dass eine feine Malzmilch entsteht, die direkt in den Vormaischbottich gelangt.

Als sehr empfehlenswerth zu diesem Zweck, wie auch zum

gröberen Zerkleinern haben sich neuerdings die **Excelsiormühlen** des **Grusonwerkes** (Magdeburg-Buckau) erwiesen. Die arbeitenden Theile dieser zu den Scheibenmühlen gehörigen Mühle (Fig. 202) bestehen aus zwei Scheiben *a* und *b*, die aus sehr widerstandsfähigem Eisen hergestellt werden; auf den Scheiben erheben sich konzentrisch Zähne derart, dass zwischen je zwei Zahnkreisen der einen Scheibe eine Furche gebildet wird, in welcher die Zähne der zweiten Scheibe sich bewegen. Alle Zahnlücken bilden radiale Gassen, in denen das im Centrum eingeführte Mahlgut nach dem Umfang ausgeschleudert wird (Fig. 202).

Die Mahlscheiben (Fig. 203) sind nach ihrem inneren Umfang hin

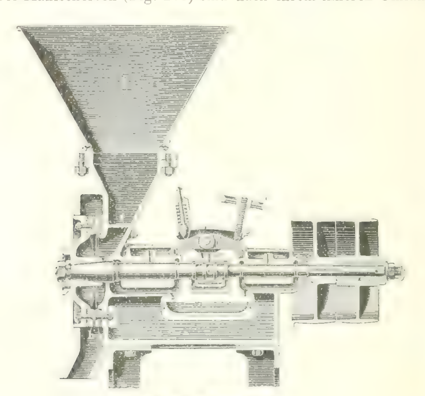


Fig. 202. Excelsiormühle.

vertieft, ihre Flächen bilden flache Hohlkegel und die inneren Zähne sind bedeutend höher und stärker als die äusseren; ferner erstreckt sich nur ein Theil der Zahnreihen in radialer Richtung bis zum inneren Umfang, wodurch ein leichteres Einstreifen des Mahlgutes und eine Vorzerkleinerung desselben bewirkt wird. Die eine Mahlscheibe *a* ist an die innere Fläche des gusseisernen Mühlengehäuses geschraubt, während die andere *b*, an einer auf dem Konus der Mahlscheibenwelle sitzenden Aufsatzscheibe befestigt, mit dieser und der Welle rotirt. Durch Lösen einer einzigen Schraubenmutter und Abnahme der Aufsatzscheibe können die Mahlscheiben zum Zwecke der Reinigung oder Auswechselung schnell freigelegt werden. Das Mahlgut wird in den Kasten *e* gegeben, dessen Oeffnung durch Schieber *f* regulirt wird. Zur Erzielung von verschiedenen Feinheitsgraden des Mahlgutes ist eine Regulirung des Mahlscheibenabstandes erforderlich, welche durch Verschiebung der Mahlscheibenwelle in ihrer Längsrichtung erreicht wird. Zu diesem Zwecke sind die beiden Wellenlager durch einen Bügel mit Bolzen

verbunden, um welchen ein Sattel schwingt. Letzterer greift über ein zweitheiliges Kammlager, welches den dazu gehörigen Kammzapfen c der Welle umfasst. Eine Spiralfeder erstrebt den Mahlflächenabstand zu vergrössern, während eine Schraube d, welche am entgegengesetzten Ende des Sattels angebracht ist, dazu dient, die Mahlscheiben einander zu nähern. Zur Feststellung der Schraube d ist der Sattel noch mit einer Klemmschraube versehen. Die Erweiterung oder Verringerung des Mahlflächenabstandes kann auch, während die Mühle in Thätigkeit ist, ohne Weiteres durch Drehung des Handrades der Schraube d erfolgen.

Ein Hauptvorzug der Mühle besteht in der Möglichkeit der gleichmässigen und vortheilhaften Ausnutzung der Mahlscheiben, welche durch die etwa von Monat zu Monat vorzunehmende Aenderung der Drehungsrichtung der Mahlscheibenwelle und zwar vermittelst Oeffnens

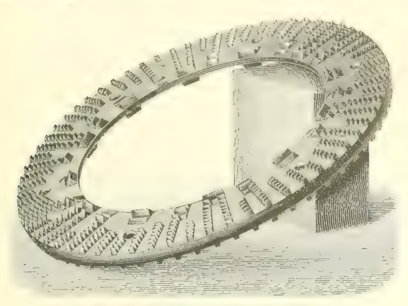


Fig. 203. Mahlscheibe der Excelsiormühle.

oder Schränkens des Riemens erreicht wird. Hierdurch kommen die schneidenden Kanten der Zähne abwechselnd in Thätigkeit und werden bei der fortschreitenden Abnutzung der kreisförmigen Zahnflächen naturgemäss immer von Neuem geschärft. Sind nach mehrfachem Wechseln der Drehungsrichtung die Zähne auf der einen Seite der Scheiben vollständig abgenutzt, so kehrt man die letzteren um, da sie, wie die Figuren zeigen, auf beiden Seiten mit Zähnen besetzt sind. Sind endlich die Mahlscheiben auf beiden Seiten vollständig abgenutzt, so können dieselben mit Leichtigkeit ohne erhebliche Kosten durch neue ersetzt werden.

1. Verarbeitung von Kartoffeln.

Die Kartoffeln werden in Apparaten gewaschen, die von den oben (S. 316) beschriebenen nicht wesentlich abweichen, dann werden sie gedämpft, um die Stärke in solche Form überzuführen, dass sie von Diastase leicht verzuckert wird. Auf unveränderte Stärke wirkt Diastase fast gar nicht ein, erst nach dem Erhitzen mit Wasser auf ca. 65°

tritt bei reiner Stärke, dagegen nicht bei Kartoffeln selbst Reaktion ein. Diese müssen vielmehr mit Dampf behandelt, gar gekocht werden, ehe sie zum Maischen benutzt werden können. Zu dem Ende wurden sie nach dem alten Verfahren in ein oben verschliessbares Fass gebracht, in welches Dampf eingeleitet wurde. Wenn ein Stab leicht in die Kartoffeln eindrang, so war die Dämpfung beendet, die Masse wurde unten abgezogen und zu Brei zerkleinert. Seit 1871 ist dies Verfahren in den rationell arbeitenden Fabriken verlassen worden, da

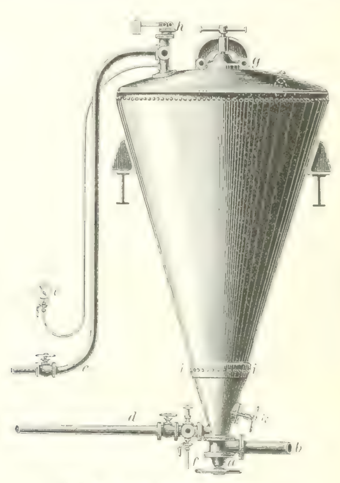


Fig. [illegible]. Henze-Dämpfer von Paucksch.

nur unvollkommene Aufschliessung des Stärkemehls mit 5 bis 10 % Verlust stattfindet.

Das neuere Verfahren, von Hollefreund eingeführt, beruht auf der Anwendung von gespannten Dämpfen mit 2,5 bis 3 Atm. Ueberdruck und lässt bei richtiger Arbeit einen Verlust von höchstens 1 % zu. Der ältere Hollefreund'sche Apparat bestand aus einem liegenden Cylinder, in welchem die Kartoffeln mit Wasserdämpfen von 2,5 bis 3 Atm. Druck behandelt wurden, worauf sie durch ein Rührwerk von spiralig um eine Achse angeordneten gusseisernen Messern zerkleinert wurden. Zur Abkühlung öffnete man ein Abblaseventil und liess die Luft zutreten; dann schloss man den Kessel wieder, setzte ihn mit einer Luftpumpe in Verbindung und erniedrigte durch die Verdampfung des

Wassers bei vermindertem Luftdruck die Temperatur auf ca. 60°, worauf mit Malzmilch gemischt (gemaischt) wurde.

Rationeller erfolgt die Abkühlung nach Bohm's Vorschlag durch Wasser, das in dem hohl gebauten Rührwerk zirkulirt und ferner noch von aussen eingespritzt werden kann. Die Zeit, welche von einer Dämpfung bis zur folgenden verstreicht, beträgt etwa 3 bis 4 Stunden.

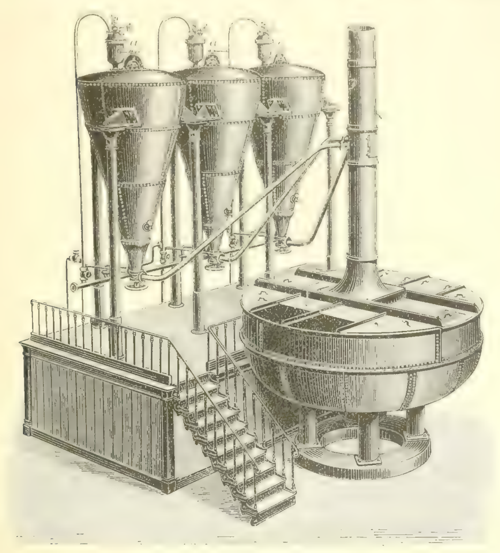


Fig. 205. Dämpferbatterie von Paucksch.

Wesentlich praktischer als der obige Apparat ist der 1873 von Henze eingeführte Apparat, der ebenfalls mit gespannten Dämpfen arbeitet und die gelockerten Kartoffeln dadurch zerkleinert, dass er sie beim Ausblasen durch eine enge Oeffnung treibt. Von H. Paucksch (Landsberg a. W.) sind die Henze-Dämpfer mit konischem Ansatz versehen worden (Fig. 204) und werden auch in völlig konischer Gestalt hergestellt.

Da es nicht zweckmässig ist, Dämpfer für mehr als 5000 l anzufertigen, so vereinigt man in grösseren Betrieben mehrere zu einer Dämpferbatterie (Fig. 205) und erreicht hierbei Dampfersparniss, indem

man den Dampf des ersten Gefässes in das zweite und dann in das dritte einleitet. Das Mitreissen grösserer Stücke verhütet der Körnerfänger *a*, der das Sicherheitsventil trägt.

Die Armatur eines einzelnen Dämpfers zeigt Fig. 204. Das konische Gefäss verläuft in das mit einem Rost überdeckte Ausblaserohr *b*, welches durch das Ventil *a* geöffnet und geschlossen wird. Hat man den Apparat durch Mannloch *g* beschickt, so öffnet man das

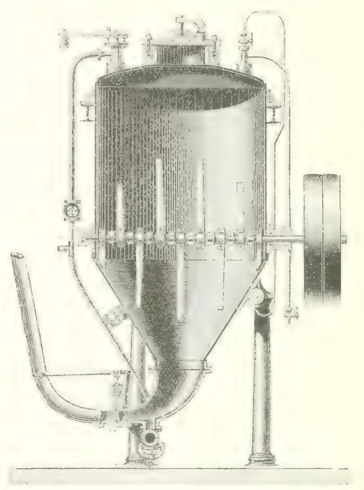


Fig. 205. [illegible] von Venuleth & Ellenberger.

Sicherheitsventil *h*, sowie den Hahn *f* für den Kondenswasserablass und leitet durch Röhren *c* und *d* Dampf ein. Wenn sich das Kondenswasser von mitgerissener Stärke trübt, so wird Hahn *f*, sowie Ventil *g* geschlossen und weiter Dampf zugeführt, bis am Manometer *e* ein Druck von 2 bis 3 Atm. abgelesen wird. Bei dieser Spannung werden die gedämpften Kartoffeln durch Oeffnung von Ventil *a* durch den scharfkantigen Rost bei *i* in das Rohr *b* und von hier in den Maischapparat getrieben. Unter normalen Verhältnissen dauert die ganze Operation ca. 1 Stunde.

Um den Dampf möglichst gleichmässig durch die Masse zu vertheilen, sind in der Konstruktion von Venuleth & Ellenberger, Darmstadt (Fig. 206), eine Anzahl Dampfeinlassventile auf der ganzen

Oberfläche des Henze vertheilt. Zur Verarbeitung von Getreide wird bei dieser Konstruktion ein Rührwerk benutzt. Die weitere Armatur besteht aus der Ausblasevorrichtung mit Regulirungshebel, dem Kondenswasserablass, Manometer, Mannloch etc.

Die Abkühlung der gedämpften Kartoffeln erfolgt auf dem Wege zum Maischbottich durch einen starken Luftzug, der mittelst eines Dampfstrahlexhaustors[1]) erzeugt wird; letzterer befindet sich über dem Vormaischbottich in einem Luftschlot (Fig 205), in welchem das Ausblaserohr des Henze mündet (vergl. Fig. 207). Beim Ausblasen des Dämpfers wird gleichzeitig Dampf in den Exhaustor geschickt, so dass den in das Maischgefäss fallenden Kartoffeln ein kalter Luftstrom entgegengeführt wird, der dieselben abkühlt. Je nach der Fallhöhe der Kartoffeln ist die Abkühlung grösser oder geringer, und man hat es in der Hand, eine Verbrühung des Malzes durch heisse Kartoffeln zu verhüten. Ueber Mängel in der Exhaustorkonstruktion vergl. Delbrück (Z. f. Spiritusind. 1883. 254).

Zur Verhütung von Explosionen des Apparates sind häufige Prüfungen erforderlich. Umkleidungen mit Isolirschichten halten die Wärme im Apparate zusammen. Die gangbarsten Grössen der Henze wechseln von ca. 360 bis 1080 l Inhalt, entsprechend ca. 450 bis 1350 kg Kartoffeln.

Maischprozess.

Zum Maischen, d. h. zur Umwandlung der beim Dämpfen gelösten und verkleisterten Stärke in Maltose und Dextrin wird die gedämpfte Masse mit ca. 2,5 bis 3 % Grünmalz versetzt.

Erhält man die Temperatur auf ca. 55°, so erzielt man die günstigste Ausbeute von 68 % Maltose und 32 % Dextrin. Praktisch erforderlich ist jedoch eine höhere Temperatur (ca. 64°), um die durch die Luft und das Malz zugeführten Spaltpilze unschädlich zu machen, die bei späterer Gährung unangenehme Nebenerscheinungen hervorrufen würden. Man arbeitet daher meist so, dass man zunächst aus dem Henze in den Vormaischbottich rasch ausbläst, bis die Temperatur 50° beträgt. Dann setzt man den Prozess nur langsam fort und lässt erst am Schluss die Temperatur für etwa 20 bis 30 Minuten auf 62° steigen. Die Gesammtdauer des Ausblasens und der Zuckerbildung beträgt bei dem Henze-Verfahren 40 bis 55 Minuten.

Neuerdings scheinen die von Effront eingeführte Flusssäure und das Fluornatrium ein Mittel zur Bekämpfung der erwähnten Spaltpilze zu bieten; man kann bei Anwendung desselben schon bei 55° arbeiten, wodurch die Wirksamkeit der Diastase besser erhalten bleibt und daher beim Gährprozess eine weiter gehende Verzuckerung der Dextrine stattfindet.

Die Maischbotticbe haben den Zweck, Malz und Kartoffeln innig zu mischen und dabei gleichzeitig eine weitere Zerkleinerung der Masse zu bewirken, da durch den Austritt aus dem Henze keine völlige Zertheilung der Kartoffeln, zumal wenn dieselben nicht gesund sind, stattfindet.

[1]) Dieselben bewirken dadurch eine Ansaugung von Luft, dass ein kräftiger Dampfstrom sich durch eine Röhre von engem Querschnitt bewegt; innerhalb eines zweiten, das erstere umgebenden Rohres strömt alsdann Luft in derselben Richtung.

Von Ellenberger ist zuerst ein Zerkleinerungswerk im Maischbottich angebracht, das ähnlich wie die oben beim Papier beschriebenen Holländer wirkt. Eine Konstruktion von Venuleth & Ellenberger, Darmstadt, zeigen Fig. 207 und 208. Die Wand *b* scheidet

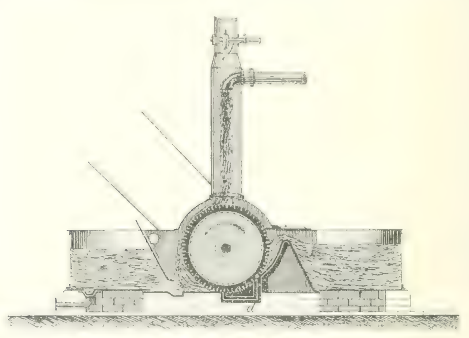


Fig. 207. Maischbottich von Venuleth & Ellenberger. Durchschnitt.

den oblongen eisernen Bottich *a* auf ungefähr zwei Drittel seiner Länge in zwei Theile. Die eine Hälfte wird von dem Zerkleinerungsapparat, einer gerippten Trommel *c*, eingenommen, die sich in geringer Entfernung von der im Boden befindlichen gerippten Platte *d* befindet

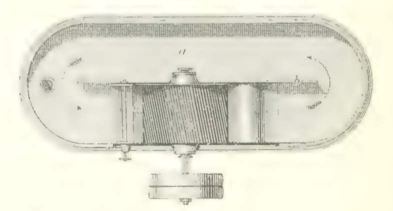


Fig. 208. Maischbottich von Venuleth & Ellenberger. Ansicht von oben.

und 200 Umdrehungen in der Minute ausführt. Die 100 Rippen der Trommel *c*, welche schräg zur Achse stehen, kreuzen sich mit den 10 Rippen der Platte *d* wie die Schneiden einer Scheere und ermöglichen so bei dem engen Raum zwischen Trommel und Platte eine ungemein starke Zerkleinerung der festen Bestandtheile der Maische.

Bei der Rotation der Trommel führen die Zwischenräume der Trommelrippen grosse Mengen Maische mit sich und verursachen dadurch eine fortwährende Strömung der Maische in der Richtung der Pfeile.

Als Sandfänger wirkt eine kleine Vertiefung im Boden vor der Trommel; *e* ist der Exhaustor. Durch *f* treten die zerkleinerten Kartoffeln ein und werden bei ihrem Fall in den Bottich abgekühlt; das Grünmalz hat man schon vorher nach *a* gebracht.

Eine Zerkleinerung des Maischguts in einer besonderen Mühle, ausserhalb des Maischbottichs, findet bei einer vom Grusonwerk (Magdeburg) angegebenen Konstruktion statt, von der Fig. 209 eine Vorstellung gibt. Es ist *A* der Henze, *B* die oben beschriebene Excelsiormühle (s. Fig. 202 und 203), *C* der Exhaustor, *D* der Vormaischbottich, *E* ein Sammelgefäss. Durch die Nachzerkleinerung in der Mühle erzielt man

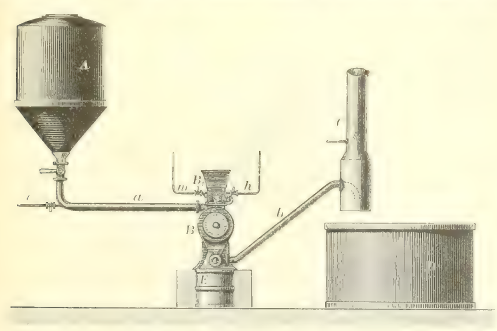


Fig. 209. Maischapparat des Grusonwerkes.

eine gleichmässige, seimige Maische, auch wenn schlechte, trockenfaule Kartoffeln verarbeitet werden. Die Mühle besteht aus zwei Theilen, dem eigentlichen Mahlkörper, welcher durch das Rohr *a* mit dem Henze-Apparat und durch *b* mit dem Exhaustor in Verbindung steht, und dem Obertheil B_1, in welchem sich eine Stachelwalze befindet, die ausschliesslich zur Zuführung des Grünmalzes dient. Unter der letzteren ist ein siebartig durchlöchertes Speiserohr durch die Mühle geführt, welches durch Hähne abschliessbar an der einen Seite mit der Warmwasserleitung *w*, an der anderen mit der Kaltwasserleitung *h* in Verbindung steht und zur Zuführung von Wasser bei der Grünmalzvermahlung dient. Der Obertheil B_1 der Mühle kann von *B* durch einen dampfdichten Schieber *s* abgeschlossen werden. In das Rohr *a* mündet ein absperrbares Dampfleitungsrohr *c*, welches zur Anwärmung und Reinigung der Mühle dient. Zu erwähnen ist endlich noch der Dreiwegehahn *t*, durch welchen der Ausfluss der Mühle abwechselnd mit dem Rohre *b* und dem Sammelbehälter *E* in Verbindung gesetzt werden kann. Zur Bereitung von

Maische wird vor Beginm des Prozesses der Obertheil B_1 der Mühle durch den Schieber s dampfdicht von B abgeschlossen und durch den Dreiwegehahn t die Kommunikation des Ausflusses mit dem Rohre b hergestellt. In dem Henze-Apparat A befinden sich die Grundstoffe für die Maischebereitung; dieselben werden in Folge des Dampfdrucks durch das Rohr a in die Mühle B gedrückt, von den Mahlscheiben bei einmaligem Durchgange vollständig genügend zerkleinert, worauf sie, durch das Rohr b und den Exhaustor C bis zur Verzuckerungstemperatur abgekühlt, in den Vormaischbottich D gelangen. Der Apparat hat in der Praxis günstige Resultate erzielt.

[illegible] wird der Maisch- resp. Verzuckerungsprozess durch das Verhalten einer filtrirten und abgekühlten Probe zu Jodlösung verfolgt. So lange noch lösliche Stärke vorhanden ist, tritt Blaufärbung ein, dann schlägt, entsprechend der Bildung von Dextrinen (s. o. S. 494), die Farbe durch Violett und Roth in

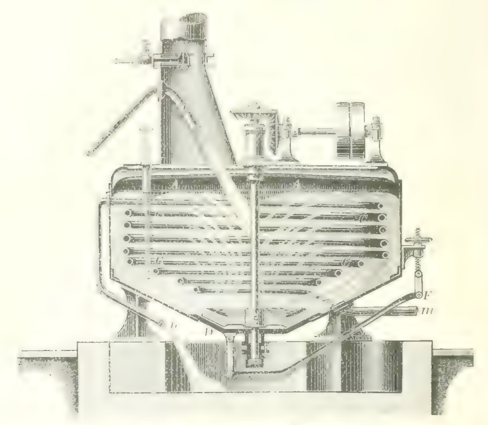


Fig. [illegible] Maischapparat von Hentschel.

Braun über. Da oft selbst bei Gegenwart stark färbender Dextrine einige Tropfen Jodlösung keine Färbung hervorrufen, so muss man so viel derselben zufügen, bis die Probe die Farbe des Jods zeigt.

In der Maische selber lässt sich stets durch Jod, zumal am Anfang, Stärke (Malzstärke) nachweisen, die auch beim Schluss der Gährung noch nicht völlig verschwunden ist.

Nach der Konzentration der Maischen unterscheidet man Dick- und Dünnmaischen; erstere zeigen ca. 20 bis 26° Ball. und haben für deutsche Verhältnisse allein Interesse (vergl. Steuergesetzgebung); letztere haben eine Konzentration unter 18° Ball.

Die Abkühlung der Maische von ca. 63° auf 15 bis 20° erfolgt vorwiegend durch Wasserkühlung, die man im Maischapparat selbst oder in besonderen Kühlern vornimmt.

Hampel (Dresden) führte zuerst die Wasserkühlung im Maischapparat ein. Sein Apparat enthält innerhalb des Gefässes hohle Flügel, die der Reihe nach von kaltem Wasser durchflossen werden; ausserdem wird noch der Boden durch Wasserkanäle abgekühlt. Die Zerkleinerung des Maischgutes findet im Apparat durch eine Mühle statt, die aus einem halbkugelförmigen Gehäuse besteht, in dem sich ein gerippter Läufer bewegt. Der in diese Mühle geblasene Henzeinhalt wird über die ganze Fläche des Maischbottichs in Gestalt einer dünnen Haut ausgebreitet, wodurch ein Verbrühen des Malzes sehr zweckmässig vermieden wird.

Eine andere bewährte Kühlvorrichtung enthält der Apparat von O. Hentschel, Grimma-Leipzig (Fig. 210), in Gestalt der kupfernen

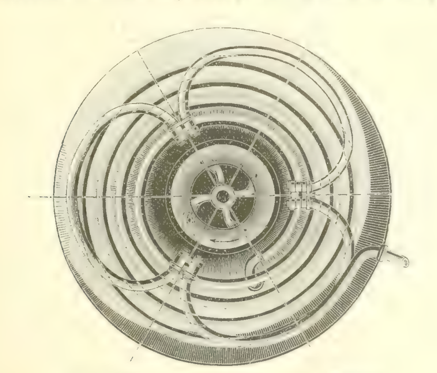


Fig. 211. Kühlschlange des Maischapparates von Hentschel.

Kühlschlange *C*, die zweckmässig aus mehreren Theilen zusammengesetzt ist, so dass sie leicht gereinigt werden kann (s. Fig. 211). Die Kartoffeln treten durch Rohr *E* aus dem Henze heraus und werden auf einer Mühle noch zerkleinert, die aus einem Flügelkreuz *B* besteht, das sich über der gerippten Grundplatte *D* bewegt. Der Abstand beider lässt sich durch Hebel *F* reguliren. Mit der Zerkleinerung findet gleichzeitig eine Bewegung der Masse, wie sie die Figur zeigt, statt. Das Kühlwasser fliesst bei *m* zu, bei *n* ab.

Die Kühlvorrichtung des Universalmaischapparates von Paucksch, Landsberg a. W. (Fig. 212), wie er für mittlere und kleinere Betriebe fabrizirt wird, besteht aus dem Mantel *B*, welcher Bottich *A* umschliesst und von Wasser durchflossen wird; dasselbe tritt bei *b*

hinzu und wird bei i abgeleitet. Die Kartoffeln fallen durch Rohr C in den Bottich und zunächst auf Haube g, von wo Steine etc. seitlich weggeschleudert werden und so dem Zerkleinerungsapparat fern bleiben; D ist ein Dunstabzugsrohr. Die Zerkleinerung erfolgt durch Flügelrad a, bewegt von Welle f und Scheibe K, das sich vor der Grundplatte d bewegt. Die Maische wird durch die vier Oeffnungen p des Flügelrades angesogen, zwischen a und d zerkleinert, dann an den Wänden in die Höhe geschleudert und von hier wieder durch p hindurchgesaugt; acht radial aufgestellte Bleche q verhüten ein Zirkuliren der Maische längs der Wände.

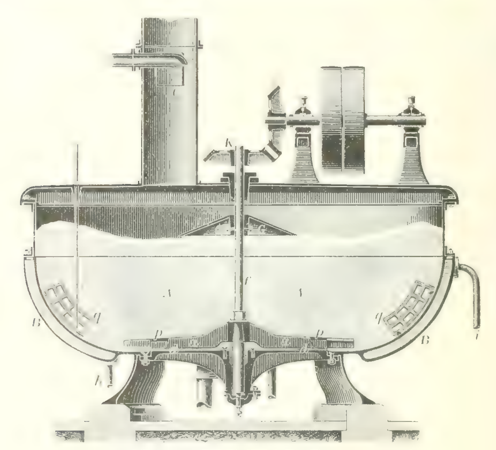


Fig. 212. Universalmaischapparat von Paucksch.

Die Leistungen der Wasserkühlung im Maischapparat sind im Allgemeinen befriedigende: in 1 bis 1,5 Stunden ist die Abkühlung auf ca. 16° beendet, wenn man per 1 l Maischraum 2 bis 2,5 l Wasser von ca. 10° benutzt.

Besondere Wasserkühlapparate sind bei sehr grossem Maischraum, über ca. 7000 l, anzuwenden und sollen Maische und Kühlwasser in entgegengesetzter Richtung derart an einander vorüberführen, dass das frische Wasser mit der am meisten abgekühlten Maische zusammenkommt und das schon angewärmte Wasser auf die heisse Maische stösst.

Einen vielfach empfohlenen Gegenstromkühler haben Venuleth und Ellenberger (Darmstadt) konstruirt (Fig. 213 und 214). Ein

langer, schmaler Kasten A wird durch horizontale Wände in mehrere Kammern zerlegt, von denen je zwei an einem Ende in Verbindung stehen; das sie durchfliessende Kühlwasser tritt bei b in die unterste Kammer ein und bei d wieder heraus. Drei auf einen Druck von 5 Atm. geprüfte Kupferröhren l mit elliptischem Querschnitt, durch welchen die Kühlfläche vergrössert wird, bilden in jeder Kammer drei getrennt arbeitende Kühlrohrsysteme; die über den Wasserkasten hervorragenden Kappen m verbinden die Enden je zweier über einander liegender Röhren eines Systems. Eine Pumpe mit dem in eine Vorkammer führenden Rohr a leitet die Maische in die Kühlrohrsysteme; die Hähne h ermöglichen es, ohne Betriebsstörung die Systeme nach einander durch Wasserspülung von e aus zu reinigen oder bei etwaiger Beschädigung eines Systems dasselbe ausser Thätig-

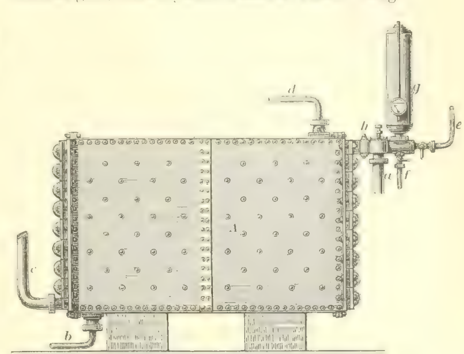


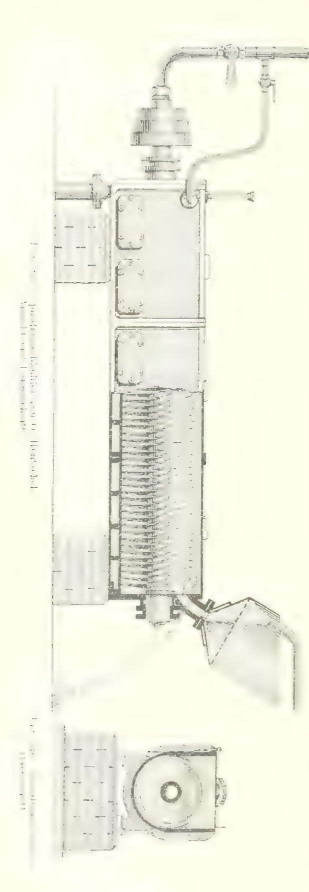
Fig. 213.
Gegenstromkühler
(Querschnitt).

Fig. 214.
Gegenstromkühler (Seitenansicht) von Venuleth & Ellenberger.

keit zu setzen. In dem Steigrohr c sammelt sich die abgekühlte Maische der drei Systeme.

Den Druck im Kühler kann man durch den Windkessel mit Manometer g beobachten, und das Springen der Kupferrohre wird durch ein bei 3 Atm. Druck sich öffnendes Ventil verhütet; die in den Windkessel gedrungene Maische ist durch das Rohr f zu entfernen.

Das Innere der Kühlröhren lässt sich leicht und schnell durch Bürsten und Spülen säubern, nachdem die Maische durch Wasser verdrängt worden ist und die Verbindungskappen m entfernt sind. Die Röhren selbst sind leicht aus dem Kasten zu heben und aussen von Schlamm und Kesselstein zu säubern, worauf die Innenwand des Kastens bequem zu reinigen ist.



Einen Spiralmaischkühler von O. Hentschel, Grimma-Leipzig, stellen Fig. 215 und 216 dar. Die auf einer hohlen Welle sitzende hohle Kupferspirale wird von dem links eintretenden und rechts wieder austretenden Kühlwasser durchströmt. In entgegengesetzter Richtung fliesst die durch eine Pumpe mit verstellbarem Hub zugeleitete Maische durch den Trog. Der Trog ist mit einem mehrtheiligen Deckel zu verschliessen; wird der letztere fortgelassen, so verdampft Wasser und es findet auch Luftkühlung statt.

Bei doppelter Wandung des Troges kann Mantelkühlung angewendet werden, indem man das Wasser zwischen die beiden Wandungen leitet. Der in der Minute 40 bis 50 Umdrehungen vollendenden Kühlwasserspirale lässt sich durch Umsteuerungsvorrichtung eine vor- und rückwärts treibende Bewegung geben, die es ermöglicht, bei Anfang und Beendigung des Kühlens die in der Spirale befindliche Luft zu entfernen und dabei gleichzeitig die Maische nach dem Ausgang hinzudrängen. Die Stufenscheiben, welche die Umdrehungsgeschwindigkeit der Spirale reguliren, sowie der verstellbare Kühlwasserzufluss und der stellbare Hub der Süssmaischpumpe gestatten eine beliebige Aenderung der Kühlfähigkeit des Apparates. Mit Hülfe eines verschiebbaren Trichters kann man auch die Hefe im Apparat zumischen. Die Reinigung des Apparates ist eine sehr bequeme. Die Lei-

stungsfähigkeit des Apparates illustriren folgende Angaben: 1 l Maische von 57,5° wurde mit 0,485 l Wasser von 2,5° bei 4° Lufttemperatur auf 17,5° in 29 Minuten abgekühlt; im Sommer liess sich 1 l Maische durch 1,5 bis 1,7 l Wasser von 19,5° abkühlen, und zwar dauerte die Kühlung von 43 hl Maische nur 75 bis 90 Minuten. In der heissen Jahreszeit wird man zuweilen das Kühlwasser mit Eis zu kühlen haben (s. bei Bier).

Zur Luftkühlung benutzte man früher allgemein Kühlschiffe d. h. sehr grosse flache Bottiche, in welchen die Maische eine nur ca. 10 cm hohe Schicht bildet. Ein Rührwerk vergrössert die verdampfende Oberfläche und Windflügel bewirken ständigen Zutritt der Luft. In der warmen Jahreszeit versagen diese Apparate den Dienst und sind daher meist durch Wasserkühler ersetzt.

Weniger Raum nehmen die Siemens'schen Treppenkühler und der Gontard'sche Kühler ein. In beiden wird die Verdunstung durch einen Luftstrom vergrössert; bei dem Treppenkühler läuft die Maische zur Vergrösserung ihrer Oberfläche über eine eiserne Treppe, bei dem anderen Kühler taucht eine Anzahl Scheiben, die an einer Welle befestigt sind, etwa zur Hälfte in die Flüssigkeit; beim Rotiren der Welle verdunstet daher die an der Scheibe haftende Maische.

Kombination der Wasser- und Luftkühlung findet in den Berieselungskühlern statt, wie sie vorzugsweise in der Brauerei Anwendung finden.

2. Verarbeitung von Getreide.

Von den verschiedenen Getreidearten, die auf Spiritus verarbeitet werden, gibt Mais die beste Ausbeute, wenn er entsprechend wie die Kartoffeln verarbeitet wird. Da jedoch der Mais nur ca. 15 % Wasser enthält und das Korn sich schwerer als die Kartoffel auflockern lässt, so wird das Verfahren wie folgt modifizirt: Man kocht zunächst den ungeschroteten Mais im Henze-Dämpfer unter Umrühren (vergl. Fig. 206), und zwar verwendet man 130 bis 200 l Wasser auf 100 kg Mais. Nachdem 1 Stunde lang ohne Druck erhitzt worden ist, wird das Mannloch geschlossen und 1 Stunde lang unter stets wachsendem Druck gedämpft. Schliesslich wird noch bei mindestens 3 Atm. Druck gedämpft und dann beim Maximaldruck durch ein scharfkantiges Ventil ausgeblasen.

Insbesondere bei der Maismaischung, aber auch bei der Verarbeitung von Kartoffeln, zumal gefrorener und trockenfauler, empfiehlt es sich, die nicht gährungsfähigen Schalen zu entfernen, um den Gährraum besser ausnutzen zu können. Ausserdem verläuft auch die Gährung normaler und der Steigraum ist geringer; ferner bietet die Schlempe ein gesunderes Viehfutter. Einen geeigneten Apparat von Bohm (Fredersdorf) zeigt Fig. 217. Die Maische wird durch das Rohr *A* in das Innere eines siebartigen Cylinders *B* geleitet, der in einem Gehäuse *C* liegt. Die Maische lässt die vorhandenen festen Stücke (Kartoffelschalen, Malztreber etc.) in den Cylinder *B*, fliesst in das Gehäuse *C* und wird von dort durch Rohr *D* abgeleitet. Eine im Innern des Cylinders befindliche Welle mit Schnecken und Messern treibt die abgelagerten Rückstände nach der Klappe *E*, die mittelst Winkelhebel *F* befestigt ist; aus ihr werden die zusammengepressten Rückstände her-

ausgedrückt. Die Maische wird während der letzten Kühlzeit in den Siebapparat befördert: die gesiebte Maische fliesst meist wieder in den Vormaischer zurück.

Mischungen von Kartoffeln und Mais werden verwendet, wenn die Kartoffeln besonders theuer sind. Man kann hierdurch bequem die Konzentration der Maische steigern und erhält ausserdem eine werthvollere Schlempe.

Dari (Sorghohirse, Guineakorn) ist ein vortheilhafter Rohstoff, da er nahezu denselben Stärkegehalt wie Mais hat und einen leicht zu raffinirenden Rohsprit liefert. Man arbeitet ähnlich wie beim Mais.

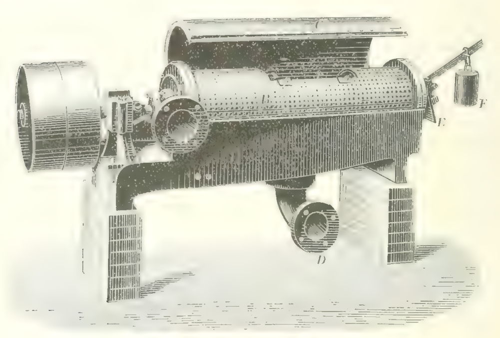


Fig. 21. Maisentschälapparat von Bohm.

Roggen wird zur Zeit in der Spiritusfabrikation nicht mit Nutzen verwendet, sondern in der Presshefebereitung, wobei Kornspiritus als Nebenprodukt abfällt. Die Verarbeitung ist durch ein Garkochen der Körner, Dämpfen unter hohem Duck und Ausblasen unter gesteigertem Druck gekennzeichnet. Ausgewachsener und feuchter Roggen wird zweckmässig unter Zusatz von verdünnter Schwefelsäure aufgequollen, wodurch eine saure Gährung verhütet wird.

Gerste, Weizen und Reis (geschälter) werden ähnlich wie Mais verarbeitet. In Italien verwendet man auch die Abfälle von der Kochreisdarstellung (Rizina).

Stärke, Mehl und andere stärkereiche Materialien, die an sich zum Vermaischen zu theuer sind, können bei Anwendung stärkearmer Kartoffeln benutzt werden, um den versteuerten Maischraum besser zu verwerthen. Man gibt sie direkt in den Maischbottich hinein oder mischt sie zweckmässiger für sich mit Malz und setzt sie erst dann hinzu.

Die Verzuckerung von Stärke ohne Malz durch Säure wird in den südlichen Ländern vorgenommen, wo die Malzbereitung

Schwierigkeiten macht. Ueber die Bedingungen, unter denen eine möglichst hohe Ausbeute an Dextrose stattfindet, ist oben (S. 390 u. 494) gesprochen. Die Entstehung von Dextrinen bewirkt bei diesem Prozess Verluste, da ohne Gegenwart von Diastase bei der folgenden Gährung keine Verzuckerung mehr erfolgt. In Süditalien verzuckert man den fein gemahlenen Mais mit 8 bis 10 % Schwefelsäure (Kammersäure) und 400 % Wasser bei 2 bis 3 Atm. Druck. Nach dem Kühlen wird soweit neutralisirt, dass noch etwas überschüssige Säure vorhanden bleibt, und die Flüssigkeit dann in Gährbottichen von 20- bis 30000 l Inhalt mit noch gährender Maische versetzt. Die Ausbeute beträgt 46 bis 51 Literprozent Alkohol von 1 kg Stärke. Da die Schlempe in Folge des hohen Salzgehaltes nicht als Futtermittel gebraucht werden kann, arbeitet man in Frankreich mit Salzsäure bei einem Druck bis 4 Atm.; die abfallenden Treber stellen dann ein werthvolles Futtermittel dar.

Kunsthefe (s. auch Presshefe).

Während früher, als die Brennerei nur in geringem Umfang betrieben wurde und die Brauereien vorwiegend obergähriges Bier herstellten, die Gährung der Maische durch Bierhefe eingeleitet wurde, züchten sich jetzt die Brennereien die zu verwendende Hefe (**Kunsthefe, Presshefe**) selbst.

Die Herstellung der Kunsthefe umfasst das Maischen, d. h. die Bereitung des Hefegutes; das Säuern und Kühlen der Maische; das **Anstellen**, Zusatz von Mutterhefe und Abnahme der Hefe.

Das zur Ernährung der Hefe am besten geeignete Material ist das Grünmalz. Darrmalz, Getreideschrot, Schlempe etc. sind weniger in Anwendung; während süsse Maische mit 30 bis 60 % Grünmalz neuerdings sehr empfohlen wird. Nach Patenten von Nycander, Francke u. A. werden jetzt auch andere stickstoffhaltige Stoffe erfolgreich verwendet. Es handelt sich besonders um Abfälle in Schlächtereien, Fleischalbumin, Blut, Lederabfälle, Fischabfälle, Guano, Presskuchen der verschiedensten Samen, z. B. von Lein, Raps, Erdnuss, Sonnenrosen, Mohn, Hanf, Niger, Senf, Palmkernen, Baumwollsamen etc. Alle diese Körper enthalten Proteïn, welches entweder durch verdünnte Säuren unter hohem Druck oder durch längeres Stehen mit verdünnter Milchsäure und noch auf andere Art peptonisirt und für die Hefe assimilirbar gemacht werden soll. Ist dies geschehen, so erhält man Flüssigkeiten, welche nach gehöriger Reinigung vorzügliche Nährmittel für die Hefe darstellen. Diese Flüssigkeiten werden in genau berechneten Mengen der Maische, Melasse, Rübensäften u. dergl. zugesetzt und bedingen die Bildung einer besonders gährungskräftigen Hefe.

Man verwendet bei der Bereitung von **Grünmalzhefe** etwa 2,5 bis 3 % vom Gewicht der verarbeiteten Kartoffeln Grünmalz und mischt dies nach der Zerkleinerung mit heissem Wasser. Hierzu dienen in grösseren Betrieben ähnliche Maischapparate, wie sie oben beschrieben sind. Bei Anwendung der Excelsiormühle (s. S. 507) verfährt man folgendermassen.

Zunächst wird die Mühle mit direktem Dampf angewärmt und der Sammler *E* mit heissem Wasser gehörig ausgespült. Nachdem nun der Ausfluss der Mühle von dem Exhaustor durch den Hahn *t*

abgesperrt und mit dem Sammler E in Verbindung gesetzt ist, wird das Malz durch den Trichter der Mühle aufgegeben und unter beständiger Zuführung von warmem Wasser vermahlen. Letzteres gelangt durch die Leitung in die Mühle und muss eine Temperatur von etwa 75° besitzen. Das Hefegut verlässt die Mühle als ein dicker Brei, welcher die zur Anstellung erforderliche Temperatur, sowie den richtigen Zuckergehalt besitzt und in dem Gefäss E gesammelt wird. Dies Verfahren hat vor dem bisher üblichen, bei welchem das Malz trocken gequetscht und dann mit heissem Wasser vermengt wurde, den grossen Vorzug, dass die Erwärmung eine vollkommen gleichmässige und allmähliche ist, und dass daher niemals eine partielle Ueberhitzung über 81°, welche das Malz unbrauchbar macht, eintreten kann.

Auch bei der vielfach üblichen Erwärmung mittelst heisser Dämpfe war eine jeweilige Ueberhitzung nicht immer zu vermeiden, während bei dem obigen Verfahren die Erwärmung vollständig regulirbar ist. Ein weiterer Vorzug liegt darin, dass das Malz nicht zerquetscht, sondern nur den Schalen vermahlen wird und dadurch an Material gespart wird. Die hohe Temperatur muss die Maische erhalten, um mit Sicherheit die Spaltpilze zu vernichten, die insbesondere zur Bildung von Buttersäure Anlass geben würden, welche die Wirkung der Hefe stark beeinflusst. Auch starke Konzentration hemmt die Entwickelung der Bakterien, und man arbeitet daher mit Lösung von ca. 20 bis 26° Ball., also von etwa derselben Konzentration, wie sie die Hauptmaische hat.

Die Säuerung erfolgt durch die Vegetation des Milchsäurefermentes und die dadurch bedingte Bildung von Milchsäure. Dieser Vegetationsprozess dürfte insofern einen günstigen Einfluss ausüben, als er die massenhafte Entwickelung anderer schädlicher Mikroorganismen verhütet. Die Säuerung muss in geheizten Kammern (Hefekammern) vorgenommen werden, da der Prozess nur bei ca. 50° normal verläuft. Der Säuerungsgrad wird in Kubikcentimeter Normallauge ausgedrückt, die erforderlich sind, um 20 ccm Filtrat vom Hefegut zu neutralisiren. Bei 2 bis 2.2 Säuregrad, der nach ca. 13 Stunden erreicht ist, ist die Säuerung beendet.

Die genügend gesäuerte Maische muss möglichst schnell auf 15 bis 20° gekühlt werden, damit man Hefe zusetzen kann; sehr schnell ist besonders die Temperatur von 25 bis 35° zu überschreiten. Am vortheilhaftesten dienen hierzu mechanische Kühlvorrichtungen, die das Hefegut mit einem beweglichen, innen von Wasser durchflossenen Kühler umrühren.

Als Selbstgährung bezeichnet man eine Gährung des Maischgutes vor Zusatz der Hefe, die zumal bei Wiederaufnahme des Betriebes im Herbst und insbesondere bei Unsauberkeit und mangelhafter Regulirung der Temperatur bei 48 bis 50° eintritt. Diese von starkem Aufschäumen begleitete Gährung wird durch Buttersäurebakterien veranlasst.

Das Anstellen, d. h. das Versetzen mit Hefe (Mutterhefe von einer vorhergegangenen Operation), findet statt, wenn die Temperatur der Maische 15 bis 20° beträgt. Die bald eintretende Gährung lässt man 10 bis 14 Stunden verlaufen; die Gährtemperatur beträgt ca. 20 bis 25°. Wenn die Maischen bei höherer Temperatur angestellt und vergohren werden, so ist die Gährungsdauer geringer.

Die Zusammensetzung des vergohrenen Hefegutes, der Hefe oder Kunsthefe, ist nach Märcker und Schultze folgende in 1 l:

Alkohol	47,50 g	
Eiweissstoffe	8,31	in Wasser lösliche, nicht flüchtige Stoffe: 62,83 g
Maltose	14,35	
Dextrin	22,94	
Milchsäure	12,77	
Mineralstoffe	4,46	
Eiweissstoffe	18,56	in Wasser unlösliche Stoffe: 38,87 g
Mineralstoffe	2,27	
Fett	2,63	
Holzfaser und andere stickstofffreie Verbindungen	15,41	

Wenn der Betrieb eröffnet wird, so verwendet man zum Anstellen meist Presshefe (s. unten), mit warmem Wasser angerührt, und zwar 1,5 kg auf 1000 l Maischraum.

Während man einen Theil des vergohrenen Hefegutes, ohne Hefe und saure Maische zu trennen, zum Vergähren der süssen Hauptmaische benutzt, dient ein anderer Theil als Mutterhefe zum Züchten neuer Hefe. Durch Aufbewahren in kupfernen Gefässen, die man in kaltes Wasser stellt, lässt sich die Mutterhefe 1 bis 2 Tage konserviren.

Die Gährung der Maische

wird durch Zusatz der Kunsthefe eingeleitet. Bei Anwendung eines Vormaischbottichs mit Wasserkühlung gibt man die Hefe schon bei ca. 30° zu und bewirkt hierdurch nicht nur eine gute Mischung, sondern auch eine flotte Weitervermehrung der Hefe.

Die Gährung lässt man in hohen cylindrischen Gefässen aus harzreichem Fichten- oder Eichenholz, den Gähr- oder Maischbottichen, von 1000 bis 5000, zuweilen bis 9000 l Inhalt vor sich gehen. Der Gährraum soll im ganzen Jahr eine möglichst gleichmässige Temperatur von 17 bis 20°, genügendes Licht und Ventilation haben; strengste Reinlichkeit ist ein unbedingtes Erforderniss. Zu füllen sind die Bottiche stets so, dass Maische ein genügender Steigraum von 5 bis 10% des Bottichinhalts verbleibt.

Für eine rationelle Leitung des Gährprozesses, für die Gährführung, sind von wesentlichstem Einfluss die Konzentration der Maische und die Hefeaussaat.

Die Konzentration der Maische. Da in Deutschland gesetzlich der Maischraum versteuert wird, so ist der Fabrikant darauf angewiesen, möglichst dick einzumaischen und dadurch den Vortheil wahrzunehmen, den die Dickmaischung vor der Dünnmaischung bietet.

Konzentrirte Dickmaischen von 22 bis 26° Ball. lassen sich bei Anwendung von Kartoffeln mit 20% Stärke nur herstellen, wenn man beim Dämpfen trockenen Dampf verwendet, möglichst viel Fruchtwasser ablässt, mit wenig Wasser maischt etc.

Die gewöhnlichen Dickmaischen haben eine Konzentration von ca. 19 bis 22° Ball. und müssen beim Hefezusatz, dem Anstellen, eine Temperatur von ca. 14 bis 15° haben, da bei der Gährung eine Maximaltemperatur von 31° nicht überschritten werden darf und die Temperatur bei der Gährung um ca. 17° steigt. Die Beziehungen zwischen Konzentration der Maische, Anstelltemperatur (Temperatur bei

Zusatz der Hefe und Temperatursteigerung bei der Gährung zeigt folgende Tabelle von **Märcker**:

Konzentration der Maische in Ballinggraden	Anstelltemperatur bei Erreichung der Maximaltemperatur von		Temperatursteigerung
	30°	28,9°	
20	12,5	11,2	17,5
17,5	14,2	13,0	15,8
15	16,9	14,7	14.0
12.5	18.2	17.0	11,8
10	22,4	21,1	7,[illegible]
7,5	24,1	22,9	5.9

Die Innehaltung einer Anstelltemperatur für Maischen über 20° Ball., die unter 12° liegt, lässt sich nur dadurch erreichen, dass man in den Gährbottich **Kühler** legt, die von Wasser durchflossen werden. Eine derartige, von **Delbrück** eingeführte Einrichtung zeigt Fig. 218.

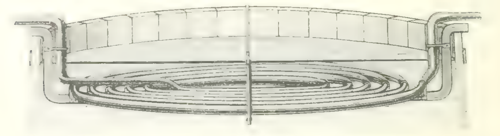


Fig. 218. Gährbottich mit Kühler.

Die Oberfläche des Kühlers soll 0,3 bis 0,4 qm auf 1000 l Maischraum betragen. Am zweckmässigsten wird der Kühler bewegt (wie der Hefekühler), wodurch nicht nur eine wirksamere Kühlung stattfindet, sondern auch die gebildete Kohlensäure und der Alkohol gleichmässig vertheilt werden, sowie der Aufstieg der Maische verringert wird, und dementsprechend der Steigraum ein kleinerer sein kann. Man wählt im Allgemeinen eine Anstelltemperatur von ca. 19°, beginnt, wenn die Temperatur auf ca. 21° gestiegen ist, zu kühlen, ohne jedoch einen allmählichen Anstieg der Temperatur bis zu ca. 28° zu verhindern, über welche Grenze hinaus jedoch nicht gegangen wird.

Nach einem bewährten, A. **Hesse** patentirten Verfahren (D.R.P. Nr. 44372; Ch. Z. 1888. 1146) leitet man die Gährung unter Anwendung von Wärm- und Kühlschlangen folgendermassen:

Man nimmt die Angährung (s. unten) bei 15 bis 17° vor. Nach ca. 3 Stunden leitet man die Hauptgährung ein, indem man durch die Schlangenröhren die Maische auf 28 bis 29° anwärmt; hierauf wird durch Anwendung von kaltem Wasser Sorge getragen, dass sich die Maische nicht über 29° anwärmt; die entwickelte Kohlensäure wird hierbei durch Heben und Senken des Schlangenrohrsystems entfernt. Am Abend des zweiten Tages ist die Hauptgährung beendet, und die Bewegung kann eingestellt werden. Man erhält dann die Maische auf

25 bis 26° und überlässt sie der Nachgährung. Der Steigraum braucht bei diesem Verfahren nur 6 bis 8 cm Höhe zu haben.

Die Hefeaussaat erfolgt in einer Menge von 8 bis 10 l auf 10 hl Maische; von Presshefe wendet man ca. 0,3 kg auf dieselbe Menge Maische an. Je niedriger die Anstellungstemperatur ist, resp. sein muss, um so mehr Hefe muss zugesetzt werden.

Wenn keine Bottichkühlung der Maische stattfindet, regulirt man den Hefezusatz durch das Vorstellen, indem man zunächst nur ca. 1% der Maische bei ca. 22° mit Hefe versetzt. Erst nachdem bei dieser zur Entwickelung günstigen Temperatur eine starke Vermehrung der Hefezellen stattgefunden hat, setzt man die vorgestellte Maische der Hauptmenge derselben zu. Je niedriger die Anstelltemperatur liegt, resp. je konzentrirter die Maische ist, um so mehr muss vorgestellt werden, damit ein günstiges Wachsthum der Hefe stattfindet. Dagegen verliert dieses Verfahren wesentlich an Bedeutung, wenn man den ganzen Bottichinhalt durch die erwähnte Kühlvorrichtung auf 22° und darunter abkühlen kann.

Die Gährung selbst verläuft in drei Perioden:

a) die Angährung; sie ist vorzugsweise durch das Wachsthum der Hefe charakterisirt; die Temperatur beträgt 17 bis 22°;

b) die Hauptgährung beginnt wesentlich nach beendetem Wachsthum der Hefe und bewirkt die Spaltung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol; die Temperatur steigt hierbei auf ca. 30°;

c) die Nachgährung tritt etwa 12 Stunden nach Beginn der Hauptgährung ein und ist durch die Umwandlung des Dextrins in Maltose (durch Diastase) und Vergährung derselben gekennzeichnet; die Temperatur soll nicht 29° übersteigen.

Die gesetzlich zulässige Gährdauer beträgt 3 Tage. Man unterscheidet steigende und fallende Gährung, die durch das Auftreiben der zähen Maische durch die Kohlensäure und deren Entweichen resp. das Zurückgehen der Flüssigkeit bedingt werden; ferner die wälzende Gährung, bei welcher sich die Kohlensäure gleichmässiger entwickelt und die Maische sich in der Mitte des Bottichs hebt und an den Rändern zurückgeht.

Ein Auffrischen der sehr konzentrirten Maische durch Zusatz von kaltem Wasser, wenn noch nicht mehr als 5% Alkohol vorhanden sind, und die Hefe noch in voller Wirksamkeit ist, wirkt häufig insofern günstig, als der Alkoholgehalt dadurch heruntergedrückt wird.

Die Schaumgährung macht sich durch die Entwickelung grosser Mengen Schaum, die ein Uebersteigen der Maische veranlassen, lästig; hierbei können bis 30% des Bottichinhalts verloren gehen. Diese Form der Gährung, die besonders bei dünnen Maischen sich zeigt, wird vermuthlich hervorgerufen durch die Verwendung noch nicht ausgereifter Kartoffeln, schlechten Malzes, unreiner Hefe und ähnlicher Fehler im Betrieb; jedoch ist die Erscheinung auch unter normalen Verhältnissen beobachtet worden. Durch Hefewechsel, Verwendung konzentrirter Maischen etc. sucht man das Eintreten der Schaumgährung zu verhüten und bekämpft das dennoch eingetretene Schäumen im Bottich durch Zusatz von Oel.

Von grösster Bedeutung in der Brennerei ist die Anwendung der von Effront als Antiseptikum eingeführten Flusssäure ge-

worden. Nach umfassenden Versuchen stellt Maercker (Das Flusssäureverfahren in der Spiritusfabrikation. Berlin 1891) folgende Sätze für ihre Verwendung auf.

1. Die Flusssäure ist zum Reinigen an verschiedenen Stellen der Brennerei vorzüglich geeignet. Vor Allem verwende man sie zum Scheuern der Bottiche und der Malztenne; zu diesem Zweck genügen 100 g Flusssäure auf etwa 25 l Wasser.

2. Wenn Malz aus sehr schlechtem Getreide hergestellt werden soll, kann man versuchen, dem Weichwasser ein kleine Quantität Flusssäure oder besser Fluorammonium zuzusetzen (etwa 5 g Flusssäure oder 10 g Fluorammonium auf 1 hl). Man überzeuge sich jedoch zuerst durch einen Versuch im Kleinen, ob hierdurch die Keimfähigkeit nicht geschädigt werde.

3. Wenn man es für vortheilhaft hält, den Mais am Vorabend seiner Verarbeitung im Henze-Dämpfer einzuquellen, wie es häufig zur Beschleunigung der Arbeit geschieht, kann man die sonst leicht eintretende Säuerung vollkommen durch einen Zusatz von Flusssäure vermeiden. Hierzu sollen 1 bis 2 g Flusssäure auf 1 hl Henze-Raum vollkommen ausreichend sein.

4. Einen Zusatz von Flusssäure für den Zuckerbildungsprozess zu geben, ist im Allgemeinen nicht nöthig und auch nicht rathsam, da die Flusssäure auch schon in kleinen Mengen bei den hohen Maischtemperaturen schädlich auf die Diastase einwirkt. Glaubt man einen solchen Zusatz bei sehr schlechtem Malz und minderwerthigen Materialien nöthig zu haben, so wende man nicht die freie Flusssäure an, sondern entweder Fluorammonium oder eine genau mit Natronlauge neutralisirte Flusssäure. Mehr als 3 g Fluorammonium auf 1 hl anzuwenden, dürfte aber nicht rathsam sein.

5. Arbeitet man mit einem Flusssäurezusatz zur Maische, so kann man die Maischtemperatur erniedrigen und dadurch an Malz sparen.

6. Am wirksamsten ist ein Zusatz von Flusssäure unter allen Umständen bei der mit Hefe versetzten süssen Maische. Alle anderen Anwendungen, z. B. zur Reinigung der Wände, der Fassböden, machen diesen Zusatz nicht unnöthig.

7. Als Zusatz zu den Maischen empfiehlt sich am meisten die billigere Flusssäure, nicht das Fluorammonium, obgleich dasselbe ebenso wirksam ist. Wenn ein Vormaischbottich mit Wasserkühlung vorhanden ist, setzt man die entsprechende Flusssäuremenge der Maische bei 31° zu, und zwar am zweckmässigsten im Kühlschiff. Jedoch darf dieser Zusatz nicht bei hohen Temperaturen erfolgen, da diese der Diastase des Malzes schädlich sind. In Brennereien, welche mit einem Röhrenkühler arbeiten, darf man die Flusssäure nur in den Gährbottichen zusetzen. Bringt man die Hefe schon vor dem Einfliessen der Maische hinein, so darf man natürlich die Flusssäure nicht unmittelbar in die Hefe bringen. Unter allen Umständen vermeide man es, konzentrirte Flusssäure zu Maischen hinzuzusetzen, sondern verdünne dieselbe wie oben angegeben.

8. In sehr stark zur Säuerung geneigten Maischen muss man mit der Anwendung der Flusssäure besonders vorsichtig sein, da die Säure die Wirkung der Flusssäure steigert und unter Umständen sogar zu einer schädlichen macht.

9. Da die Flusssäure die Gährung verzögert, so muss der Flusssäurezusatz zu den Maischen unter allen Umständen so bemessen werden, dass die Maischen in 3 Tagen, der gesetzlich zugemessenen Gährdauer, vollständig vergohren sind; die Anstelltemperatur ist entsprechend zu reguliren. Einige Verzögerung der Hauptgährung wird man bei der Flusssäure immer bemerken, und der Nachgährung fällt hierbei eine viel wichtigere Rolle als bei der gewöhnlichen Arbeit der Brennerei zu.

Die Vortheile der Anwendung von Flusssäure lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass

a) die Alkoholausbeute durch Vermeidung der zu Verlusten führenden Nebengährung erhöht wird. Gegenüber der Ausbeute bei völlig normalem Betriebe bei Verarbeitung tadelloser Rohmaterialien ist diese Erhöhung allerdings nicht wesentlich, d. h. man kann unter diesen Umständen ohne Flusssäure ebenso hohe Ausbeuten erzielen wie mit derselben. Allein in keiner Brennerei sind solche Verhältnisse ununterbrochen vorherrschend; weit wichtiger ist daher, dass

b) die Alkoholausbeute auch unter weniger günstigen Verhältnissen sich auf derselben Höhe erhalten lässt und somit die Gleichmässigkeit und Sicherheit des Betriebes erhöht wird; dass

c) mit grosser Wahrscheinlichkeit das Auftreten der Schaumgährung und bei Verfütterung der Schlempe die Schlempemauke vermieden wird.

Wie grosse Bedeutung auch die Flusssäure als Desinfiziens für die Brennerei haben möge, so ist sie doch niemals berufen, die Bestrebungen zur Einführung der Reinzuchthefe (vergl. S. 194) zu unterdrücken. Nachstehende Thesen von A. Cluss (Ztschr. f. Spiritusindustrie 1893. 96. Erghft.) verbreiten sich in klarer Weise über die Bedeutung der beiden aussichtsvollen Neuerungen:

1. Die Einführung der Reinzuchthefe in den Brennereibetrieb bedeutet einen Fortschritt, welcher durch Antiseptika, speziell durch die Fluorverbindungen, nicht erreicht werden kann, denn durch die Anwendung derselben ist weder die Herstellung einer Reinkultur überhaupt, noch auch eine so weitgehende Reinigung unreiner Brennereihefe möglich, dass ausser den Bakterien auch die Krankheitshefen unterdrückt werden.

2. Eine wirkliche Reinkultur ist nur auf dem von Hansen vorgezeichneten Wege, bei welchem der Ausgang von einer einzigen Hefezelle genommen wird, zu erzielen.

3. Aber auch eine Reinigung der Hefe mit Flusssäure im Sinne Effront's ist eine unsichere Massregel. Wenn derselbe auch bei seinen Untersuchungen gefunden hat, dass einzelne Kulturhefen unter dem Einfluss von Fluorverbindungen eine Krankheitshefe zu unterdrücken im Stande waren, so ist damit noch nicht erwiesen, dass man dieses Resultat immer bei Anwendung von Flusssäure auf ein Gemenge von Kultur- und Krankheitshefen erhalten wird. Es kann unter Umständen auch einmal der umgekehrte Effekt eintreten, und es sind thatsächlich derartige Fälle von Hansen und seiner Schule konstatirt worden.

4. Dieselben Vortheile, welche Hansen als für den Brauereibetrieb aus der Durchführung der Gährung mit reingezüchteten Hefearten resultirend konstatirt hat, ergeben sich aus der Anwendung von Reinzuchthefe auch für die Brennerei.

5. Andererseits schliesst die Einführung der Reinzuchthefe in den Betrieb die Anwendung von Desinfektionsmitteln durchaus nicht aus, da die reine Hefe nicht die Funktionen eines Antiseptikums erfüllt und man in verschiedener Richtung in der Brennerei ein solches nicht entbehren kann.

6. Man ist erstens in der Brauerei und Brennerei, auch wenn mit Reinzuchthefe gearbeitet wird, ebenso oder noch mehr wie früher auf die äusserliche Anwendung von Desinfektionsmitteln angewiesen. Von allen antiseptischen Mitteln zum Zwecke äusserlicher Reinigung in der Brennerei gebührt aber den Fluorverbindungen entschieden der Vorzug.

7. Aber auch die Anwendung von Antisepticis auf das Gährsubstrat selbst, d. h. auf die Hefen- und Hauptmaische, ist durch das Arbeiten mit Reinzuchthefe im Brennereibetrieb nicht überflüssig geworden, wie dies Hansen für die Brauerei annimmt, denn die Maischen in der Brennerei sind einer Infektion durch Bakterien viel mehr ausgesetzt als die gehopfte Würze und das Bier in der Brauerei.

8. Die Diastase ganz besonders wird unter allen Umständen für den Schutz, welcher ihr durch ein geeignetes Antiseptikum zu Theil wird, dankbar sein. Das Flusssäureverfahren wird daher alle schon früher in Beziehung auf die Diastasewirkung konstatirten Vortheile auch beim Arbeiten mit Reinhefe vermitteln, vor Allem eine bedeutende Malzersparniss gestatten.

9. Die Verhältnisse der Hefe- und Gährungsführung werden allerdings durch die Einführung der Reinzuchthefe wesentlich geändert, insofern als die reine Hefe weniger Verunreinigungen organischer Natur in die Maischen bringt und selbst auch widerstandsfähiger gegen fremde Einflüsse ist.

10. Trotzdem aber bleibt während der Gährung noch ein weites Wirkungsfeld für die Antiseptika, unter welchen die Fluorverbindungen bezüglich ihres Werthes obenan stehen, übrig, da erstens in Rücksicht auf die Nachwirkung der Diastase eine vollständige Sterilisation der Maische nicht möglich ist und ferner auch der Säuerungsprozess des Hefegutes mit allen seinen Schattenseiten vorläufig noch beibehalten werden muss.

11. Die Reinhefe selbst wird durch Flusssäure in wirksamster Weise während der Gährung vor dem schädlichen Einfluss der durch den Säuerungsprozess heraufbeschworenen Spaltpilze zu schützen sein.

12. Erst wenn einmal das „nothwendige Uebel", der Säuerungsprozess des Hefegutes, aus der Welt geschafft oder die Milchsäure, d. h. die Milchsäuregährung, durch ein rein chemisches Antiseptikum ersetzt ist, erscheint ein Arbeiten mit Reinhefe im wahren Sinne möglich. Die Reinhefe, wie sie unter heutigen Verhältnissen der Brennerei durch den Betrieb geführt wird, ist im günstigsten Falle ein Gemenge, bestehend aus einer reingezüchteten Hefeart und Milchsäurefermenten.

13. Während aus den Delbrück'schen Versuchen nur ersichtlich ist, dass mit Reinhefe unter Umständen ein besseres Resultat erzielt wird als mit gewöhnlicher Hefe unter gleichzeitiger Anwendung von Flusssäure, lassen dieselben die Frage, ob das Flusssäureverfahren auch beim Arbeiten mit Reinzuchthefe noch einen Vortheil vermittelt, offen.

Dass aber die Flusssäure auch neben der Reinhefe noch einen Werth hat, ist nicht nur theoretisch anzunehmen, sondern auch durch einzelne Erfahrungen aus der Praxis, sowie durch Laboratoriumsversuche bestätigt.

14. Für die Praxis ergibt sich hieraus die Konsequenz, dass zwar die Einführung von Reinzuchthefe ein wichtiges Postulat für eine durchgreifende Reform des Betriebes, aber nicht das einzige, ist und dass auch beim Arbeiten mit Reinhefe die Anwendung von Desinfektionsmitteln, speziell von Fluorverbindungen, als ein weiterer Faktor zur Sicherung und Förderung der Gährung wohl in Erwägung zu ziehen ist.

15. Die Hefe ist nicht nur während der Ausübung ihrer Gährthätigkeit in der Hefen- und Hauptmaische, sondern auch, während sie bei dem kontinuirlichen Prozess der Hefeführung in der Mutterhefe von Generation zu Generation fortgepflanzt wird, mannigfach der Infektion durch Bakterien und damit der Gefahr einer Degeneration ausgesetzt. Die Reinhefe wird auch in dieser Richtung für einen Schutz dankbar sein. Die Flusssäure dürfte sich daher auch als Mittel zur Konservirung reingezüchteter Hefe, so weit man darunter eine Reinerhaltung derselben von Bakterien versteht, sowie zur Reinigung einer durch Spaltpilze verunreinigten, ursprünglichen reinen Hefe eignen.

16. Vermöge ihrer spezifisch physiologischen Einwirkung auf die Hefezelle kann die Flusssäure — und ihre Salze — auch als Stimulativ einen die Gährintensität der Reinhefe erhöhenden Einfluss äussern, doch kann dieser Einfluss unter Umständen auch einmal einer Krankheitshefe zur Entwickelung verhelfen.

17. Eine vollkommen rationelle, planmässige Anwendung des Flusssäureverfahrens ist erst dann möglich, wenn eine genauere Kenntniss der Kultur- und Krankheitshefearten in der Brennerei, sowie der übrigen für dieselbe in Frage kommenden Organismen erlangt und ihr Verhalten gegenüber den Fluorverbindungen, überhaupt den Antisepticis, in Reinkulturen studirt worden ist.

Bei der Vergährung der Maische entsteht zwar als Hauptprodukt Aethylalkohol, indessen treten auch Alkohole derselben Reihe mit höherem Molekulargewicht und andere Gährungsprodukte auf und diese fasst man als Fuselöl zusammen. Die Hauptmenge der höheren Alkohole entsteht, wenn die eigentliche Alkoholgährung beendet ist.

Folgende kurze, von Lindet (Ch. Ind. 1893) ermittelte Zahlenreihe gibt an, welche Mengen höherer Alkohole sich unter gleichen Gährungsverhältnissen und aus den gleichen Materialien nach verschiedener Zeitdauer der Gährung gebildet haben. Auf je 1 l Aethylalkohol wurden an Fuselölen erhalten nach:

14	20	38	62 Stunden Gährung
3,64	4,45	6,44	9,20 ccm

Aller Wahrscheinlichkeit nach sind die höheren Alkohole die Produkte besonderer Mikroorganismen, die erst voll zur Geltung kommen, sobald die Hefe an der Bildung von Aethylalkohol gehindert ist. Ein Mittel, die Entwickelung jener Lebewesen, bezw. des Bacillus amylocymicus zu beschränken, liegt deshalb sehr nahe: man braucht nur von Anfang an möglichst kräftige und verhältnissmässig reichliche Hefen in Anwendung zu bringen.

1 kg Stärkemehl liefert theoretisch 71,6 Literprozent Alkohol. Die Literprozente einer bestimmten Spiritusmenge stellen das Produkt dar von Anzahl der Liter und Volumprozente des Spiritus.

Die Ausbeute, welche nach Märcker bei normalem Betrieb in einer gut eingerichteten Brennerei zu erzielen ist, beträgt 58 bis 60 Literprozent auf 1 kg Stärkemehl.

Die Ausbeute beträgt bei

vorzüglichem	Betrieb	63,2	Literprozent
mittlerem	„	57,4	„
schlechtem	„	48,9	„

Die Verluste entstehen durch

a) unaufgeschlossenes Stärkemehl, dessen Menge 0,5 bis 3% von dem der Maischmaterialien beträgt. Hauptsächlich stammt diese verloren gehende Stärke aus der Malzstärke, die bei der Maischtemperatur nicht aufgeschlossen wurde;

b) unvergohrene Kohlehydrate, deren Menge 4 bis 12% vom Gesammtzucker und Dextrin beträgt;

c) Nebengährungen, Alkoholverlust und betragen 7,5 bis 20% vom vergohrenen Zucker.

Die auf Stärke umgerechneten Verluste betragen bei

gutem Betrieb	11,7 %
mittlerem Betrieb	19,8
schlechtem Betrieb	31,7

der theoretischen Ausbeute.

Bei bekanntem Stärkegehalt der Rohmaterialien (Kartoffeln, Mais etc. und Malz) lässt sich daher aus dem obigen entscheiden, ob die Anzahl der erhaltenen Literprozente Alkohol einem normalen Betrieb entspricht.

Um bei Anwendung von Kartoffeln die Menge der vermaischten Stärke festzustellen, geht man nach Märcker zweckmässig von den Saccharimetergraden, die das Maischefiltrat zeigt, aus. Um aus dem hier abgelesenen Trockensubstanzgehalt der Maische die Menge der vergährungsfähigen Stoffe (berechnet als Dextrose) zu entnehmen, dienen besondere, von Märcker ermittelte Koeffizienten, mit denen die Saccharimetergrade zu multipliziren sind.

Der Dextrosegehalt der Maische multiplizirt mit 0,9 gibt den Gehalt an Stärke an.

Die Menge der Treber, die in verschiedenen Maischen enthalten sind, hat Delbrück zu 2 bis 5 Vol.-% festgestellt. Man kann daher die gesammte Menge Stärke in der Maische berechnen.

Als Reinlichkeitskoeffizient wird nach Märcker diejenige Anzahl Prozente angegeben, die von dem vergohrenen Material in Kohlensäure und Alkohol zerlegt sind. Bei der theoretischen Ausbeute von 71,6 Literprozent ist der Reinlichkeitskoeffizient 100; würden dagegen z. B. nur 49 Literprozent erhalten werden, so wäre der Koeffizient 68,4 $\left(\frac{71,6}{100} = \frac{49}{x}\right)$.

II. Verarbeitung zuckerhaltiger Rohstoffe.

1. Rüben.

Die Vergährung des Rohrzuckers ist erst nach seiner Inversion durch das in der Rübe und in der Hefe vorhandene Ferment Invertin möglich. Die Gewinnung von Spiritus aus Rüben ist vorwiegend in Oesterreich und Frankreich verbreitet. Die Besteuerung des Maischraums in Deutschland, welche dicke Maischen erfordert, macht die Verarbeitung der nur wenig Zucker enthaltenden Rüben unrationell; nur in Württemberg war es unter dem alten Steuergesetz möglich, mit Nutzen Rüben zu vergähren. Die **Rübenbrennerei** erfolgt nach verschiedenen Methoden, und zwar durch Vergährung a) des Rübenbreies, b) des Rübensaftes. Vor der Verarbeitung nach jedem der Verfahren erfolgt eine gründliche Reinigung der Rüben nach einem der oben angeführten Verfahren.

a) Der **Rübenbrei** wird durch Reiben entweder aus gekochten oder rohen Rüben dargestellt.

α) Das **Dämpfen** der Rübe wurde zuerst in Frankreich, der Heimath der Rübenbrennerei, 1814 eingeführt. Man erhitzt mit Dampf in offenen oder besser geschlossenen Gefässen, zerquetscht die Rüben, kühlt unter Zusatz von Wasser ab und setzt Bierhefe zu. Die Ausbeute beträgt nach dem besonders von **Siemens** verbesserten Verfahren etwa 500 Literprozent Alkohol aus 100 kg Rüben. Die Gährung verläuft sehr rasch und erfordert einen hohen Steigraum.

β) Bei Anwendung eines Breies aus **rohen Rüben** setzt man zur Förderung der Alkoholgährung und zur Vermeidung von Nebengährungen ca. 1 bis 2 Thle. Schwefelsäure auf 1000 Thle. Rüben zu. Auch hier muss der Steigraum in Folge der stürmischen Gährung sehr gross sein und man erhält auf 1 l Maischraum nur ca. 2,3 Literprozent Alkohol.

Die Mängel, welche die Vergährung des Rübenbreies besitzt, erklären, dass dieselbe höchstens in kleineren Betrieben Verwendung gefunden hat.

b) Die Gewinnung von **Rübensaft** findet meistens nach dem Macerationsverfahren statt, das sich von dem Diffusionsverfahren wesentlich dadurch unterscheidet, dass in offenen und nicht geschlossenen Gefässen gearbeitet wird; auch verwendet man meist eine geringere Anzahl derselben als bei dem letzteren. Obwohl bei dem Diffusionsverfahren schneller eine grössere Ausbeute erhalten wird, ist dennoch meist das Macerationsverfahren in Anwendung, da die Arbeit bequemer ist.

Der Betrieb in der ungarischen Spiritusfabrik **Szolcsan** ist folgender (**Muspratt** I. 603; **Lintner**, Die Rübenbrennereien in Ungarn): Die gewaschenen Rüben kommen auf einen Rübenschneider, welcher sie in Schnittlinge von 15 mm Breite, 13 mm Dicke und 100 mm Länge verwandelt. Zur täglichen Verarbeitung von 29 400 kg dienen sechs Macerationsbottiche, von denen immer drei zusammen arbeiten. Sie haben eine Höhe von 253 cm und einen Durchmesser von 126 cm, sind mit Eisenreifen gebunden und haben über der Bodenfläche ein mit eisernem Deckel verschliessbares Mannloch zum Herausnehmen der

macerirten Rübenschnitte. In ihrem Inneren, 10 cm über dem Boden, befindet sich ein eiserner Kranz, auf dem ein in zwei Theile zerlegbarer, schmiedeeiserner Siebboden liegt. Unterhalb des oberen Randes der Bottiche sind zwei eiserne Knaggen angebracht, welche einen oberen Siebboden halten, der nach der Beschickung der Bottiche mit den Schnitzeln aufgelegt wird, um das Aufsteigen derselben zu verhindern. Die in einer Reihe stehenden Bottiche sind durch Uebersteigrohre, welche von ihrem Boden ausgehen und hier, um ein Eindringen fester Theile zu verhüten, mit halbkugelförmigen kupfernen Seihern bedeckt sind, unter einander und ausserdem mit einem Sammeltroge und einem Saftheber verbunden. Ueber den Macerationsbottichen finden sich Reservoirs für Dünnsaft, Schlempe-Warmwasser und zur Verdünnung der Schwefelsäure.

Während des Beschickens der Macerateure hängt man, zur gleichmässigeren Vertheilung der Schnitzel, einen kegelförmigen hölzernen Hut ein, auf welchen die Schnitzel geworfen und gleichzeitig mit verdünnter Schwefelsäure von 3 % Gehalt besprengt werden. Das Füllen jedes Macerateurs erfordert einen Zeitaufwand von 20 Minuten.

Bei Beginn der Kampagne füllt man den Macerateur I bis zur Oberfläche der Schnitzel mit warmem Wasser. Nach einstündiger Maceration bekommt derselbe Bottich einen weiteren Aufguss von warmem Wasser, wodurch die erste Füllung durch die Uebersteigröhre in den vorher mit Schnitzeln gefüllten Macerateur II gedrückt wird. Nach Ablauf einer zweiten Stunde bekommt der Macerateur I einen dritten Aufguss, der seinerseits die in II befindliche Flüssigkeit durch das Uebersteigrohr in den Macerateur III treibt, während II den dritten Auszug von I erhält. Nachdem die Flüssigkeiten wieder eine Stunde mit den Schnitzeln in Berührung gewesen sind, erhält I den vierten Aufguss, der dann den Saft von III als Dicksaft von 8 bis 9 % Zuckergehalt in den Gährbottich treibt. Der vierte Aufguss von I wird nun von den Schnitzeln abgelassen, fliesst in den Saftheber und wird als Dünnsaft in ein hochstehendes Reservoir gedrückt. Der Macerateur I wird mittlerweile entleert und mit frischen Schnitzeln gefüllt; alsdann wird die Verbindung von III und I hergestellt und der Dünnsaft auf II gelassen, um den Inhalt desselben nach III überzuführen und den von II mit den in I befindlichen frischen Schnitzeln zusammenzubringen. Nach einstündiger Maceration liefert I Dicksaft zur Gährung, der durch die letzte Füllung von II abgedrückt wird, worauf II entleert und frisch gefüllt wird u. s. f.

Ist in Folge des Betriebes einmal Schlempe vorhanden, so wird der letzte Aufguss immer mit warmer Schlempe gemacht, die dann nach der letzten Maceration mit den fast erschöpften Schnitzeln den Dünnsaft liefert.

Die günstigste Temperatur für die Maceration beträgt 75 bis 85° im letzten Bottich, wie sie durch die Wärme der Schlempe erreicht wird.

Die sechs Macerateure bilden zwei Batterien, und diese liefern den Saft für neun Gährbottiche. Drei dieser Bottiche haben einen Inhalt von 6226 l, die sechs übrigen haben einen Inhalt von 3396 l. Die Temperatur, mit welcher der Dicksaft zur Gährung kommen soll, ist 22,5°. Ist die Flüssigkeit wärmer, so wird sie auf dem Wege zum Gährbottich gekühlt. Es ist zu dem Zwecke das Leitungsrohr mit

einem weiteren Rohre umhüllt, in welches nach Bedarf kaltes Wasser eingeleitet werden kann.

Die Gährung wird auf die Weise eingeleitet, dass der erste grosse Bottich zu einem Drittel seiner Höhe mit Dicksaft gefüllt und mit 0,5 kg Hefe vermischt wird. Ist die Gährung in Gang gekommen, so wird weiterer Dicksaft beigegeben, so weit mit Berücksichtigung des Steigraumes gefüllt werden darf. Hat abermals die Gährung begonnen und ist die Temperatur der Flüssigkeit auf 32,5° gestiegen, so lässt man unter kräftigem Aufrühren des Inhaltes die Hälfte der Flüssigkeit in den zweiten Bottich fliessen, zu welchem Zwecke Uebersteigröhren angebracht sind. Beide Bottiche werden nun mit Dicksaft wieder aufgefüllt; wenn auch hier die Gährung wieder lebhaft geworden ist, lässt man einen Theil des Inhalts in den dritten Bottich ab und füllt alle drei mit frischem Dicksaft auf. Sind alle drei Bottiche in kräftiger Gährung, so lässt man die Flüssigkeit in die kleinen Gährbottiche so weit abfliessen, dass nur ein Drittel in den grossen Bot-

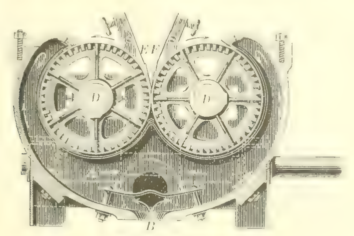


Fig. 219. Walzenpresse.

tichen zurückbleibt; die letzteren werden dann wieder allmählich mit Dicksaft gefüllt, während die Gährung in den kleineren Bottichen zu Ende geführt wird.

Ist einmal die Gährung eingeleitet, so vermehrt sich die Hefe auf Kosten der Bestandtheile des Saftes. Die Menge des sich bildenden Fermentes genügte aber für die dortigen Verhältnisse nicht, da man durch die früher in Oesterreich-Ungarn geltende Pauschalirung der Steuer ein Interesse daran hatte, die Gährung so stürmisch wie möglich verlaufen zu lassen. Aus diesem Grunde fügt man täglich gegen 13 kg frischer Hefe zu. Man erreicht dadurch, dass die Gährung bereits nach 12 Stunden beendet ist.

Die Destillation erfolgt in einem Savalle'schen Kolonnenapparate, welcher einen Rohspiritus von ca. 40° liefert. Der Rohspiritus wird dann in einem Savalle'schen Rektifikationsapparate in Feinsprit von 96 bis 97° Tr. verwandelt.

Das Pressverfahren zur Saftgewinnung setzt einen durch Reiben erhaltenen Rübenbrei voraus. Während man sich früher der hydraulischen Pressen bediente, sind jetzt zu diesem Zweck fast

ausschliesslich Walzenpressen in Anwendung, von denen Fig. 219 die Champonnois'sche Konstruktion (Stohmann, Zuckerfabrikation) zeigt. In den Trog *A* wird der mit wenig Schwefelsäure versetzte Rübenbrei unter einem Druck von 1,5 bis 2 Atm. mit Hülfe einer Pumpe durch das Rohr *B* hineingepresst, er stösst gegen das Blech *C* und wird an den Wandungen des Troges entlang auf die Walzen *D* und *D'* getrieben. Dieselben sind hohl und mit einem geschlitzten Messingblech bekleidet. Der grösste Theil des Saftes wird schon im Trog durch diese Schlitze herausgepresst und der jetzt wesentlich konsistenter gewordene Brei gelangt nun zwischen die eng gestellten Walzen und verlässt den Apparat als ein zusammenhängendes Band, das die Schaber *E* von den Walzen abnehmen. Der Pressrückstand wird nach dem Anrühren mit Schlempe nochmals gepresst.

Eine verbesserte Walzenpresse ist von Dujardin angegeben.

Der durch Pressen erhaltene Saft ist zwar konzentrirter als der nach obigem Verfahren erhaltene, doch ist die Ausbeute geringer, und das Pressverfahren tritt allmählich in den Hintergrund.

Nach dem Verfahren von Leplay werden Rübenschnitzel in gährenden Rübensaft getaucht, wobei durch Diffusion Alkohol in die Schnitzel und Zucker in den Saft eintritt. Zur Destillation dienen hauptsächlich nur die Schnitzel, während der Rübensaft mehrfach zu demselben Prozess benutzt wird. Der komplizirte Apparat und Betrieb haben die Einführung des Verfahrens erschwert. Die Gährung leitet man bei dem obigen Verfahren meist als eine kontinuirliche, indem man nur zur Einleitung derselben Presshefe (ca. 0,25 kg per 1 hl) zusetzt und dann den frischen Saft mit gährendem versetzt. Die Anstelltemperatur ist ca. 25°, die Konzentration des Saftes ca. 90° Ball.

Der Rohsprit aus Rüben ist schwerer zu raffiniren als der aus Kartoffeln; er enthält mehr Propyl- und Butyl-, weniger Amylalkohol als Kartoffelsprit.

2. Melasse.

Da die Melasse bei einer Konzentration von ca. 70 bis 80° Sacch. etwa 50% Zucker enthält, muss sie zur Alkoholgewinnung zunächst mit der 3- bis 4fachen Menge Wasser verdünnt werden. Ferner muss die alkalische Reaktion durch vorsichtigen Zusatz von Säure bis zur neutralen, höchstens schwach sauren Reaktion beseitigt werden. Ein Ueberschuss der Säure würde den Werth der Melassenschlempe bei der Verarbeitung auf Pottasche verringern und ferner gährunghemmende Fettsäuren frei machen. Die Melasse wird entweder mit stärkearmen Kartoffeln oder für sich allein verarbeitet.

Das Anstellen erfolgt in letzterem Fall bei 19 bis 22° mit Kunsthefe, ohne dass ein Vorstellen (s. S. 519) erforderlich wäre. Die Gährung verläuft meist normal bei sehr geringem Steigeraum. Schwergährigkeit macht sich zuweilen in der Weise bemerkbar, dass die Gährung auf halbem Wege inne hält oder nur sehr langsam verläuft. Die Ursache hierfür liegt an den vorhandenen Fettsäuren; durch Zusatz von Schlämmkreide lässt sich die Erscheinung beseitigen. Salpetergährung tritt zuweilen in stark salpeterreichen Melassen, wahrscheinlich durch Wirksamkeit von Spaltpilzen, ein und

offenbart sich durch die Entwickelung rother Dämpfe von Stickstoffdioxyd.

Die Ausbeute beträgt aus 100 kg Melasse inklusive 6 kg Darrmalz und Getreideschrot 2600 bis 3000 Literprozent Alkohol. Der Rohspiritus ist wie der Rübenspiritus schwer zu reinigen und insbesondere durch einen Gehalt an Aldehyd und niedriger siedender Bestandtheile ausgezeichnet.

Die Schlempe dient als Düngemittel oder zur Pottaschebereitung. Der starke Gehalt an Salzen verhindert die Verwerthung als Futtermittel.

3. Süsse Früchte

werden meist nur im Kleinbetrieb in primitiver Weise verarbeitet. Die durch Vergährung erhaltenen Trinkbranntweine werden besonders in Folge ihres eigenthümlichen Geruchs und Geschmacks geschätzt. Besonders zu erwähnen ist das

Kirschwasser, das in Baden, am Schwarzwald, in der Schweiz etc. hergestellt wird. Die zu Brei gequetschten Früchte überlässt man in Fässern oder cementirten Gruben einer freiwilligen Gährung durch die ihnen anhaftenden Hefezellen. Nach mehreren Wochen destillirt man in einfachen Apparaten (s. unten).

Sliwowitz bereitet man in Böhmen und Deutsch-Oesterreich in ähnlicher Weise aus Zwetschgen. Die Steine der Früchte werden zum Theil zerdrückt, wodurch etwas Amygdalin in den Fruchtbrei gelangt. Bei der Gährung zerfällt dasselbe in Blausäure und Bittermandelöl, die dem Destillat den eigenthümlichen, beliebten Geschmack verleihen.

Die Ausbeute beträgt aus 100 kg Kirschen 10,2, Zwetschgen 8,3, Heidelbeeren 4, Aepfel 5, Himbeeren und Brombeeren 3 bis 4 l Destillat.

Die Obstschlempe ist ein werthvolles Viehfutter.

III. Verarbeitung alkoholhaltiger Rohstoffe.

Bei alkoholhaltigen Rohstoffen ist nur eine Destillation auszufühen. In Betracht kommen ausser Wein und Weinabfällen die in der Kelter zurückbleibenden Trester und die in den Gährkufen sowie den Lagerfässern sich abscheidende Hefe; ferner noch Bier und Bierhefe.

a) Die feinsten, aus gutem Wein erhaltenen, nur zu Genusszwecken verwendeten Branntweine heissen Cognac[1]); sie enthalten ca. 50 % Alkohol und sind im frischen Zustand wasserhell. Die gelbe oder braune Farbe erhalten sie durch Lagern.

Die Destillation des Weines findet häufig in dem Cellier-Blumenthal'schen Apparat (s. S. 537) statt.

Die Fabrikation des Cognacs ist durch die Verwüstungen der Reblaus stark eingeschränkt worden und gegenwärtig wird sehr viel Cognac durch Mischen von Kartoffelsprit mit Weinöl[2]) hergestellt.

[1]) Nach dem Städtchen Cognac in der Charente, einem Hauptsitz der Weindestillation.

[2]) Weinöl wird aus den Fettsäuren des Kokosöls (Caprin-, Capryl-, Capronsäure) künstlich erhalten. Das Fett wird verseift, die Seife mit Schwefelsäure zerlegt und die Fettsäuren mit Wasserdampf überdestillirt. Durch Erwärmen der-

b) Die beim Auspressen des Mostes verbleibenden Trester gerathen nach dem Anrühren mit Wasser bald in eine Gährung, die nach mehreren Tagen beendet ist, worauf zur Destillation geschritten wird. Der erhaltene Branntwein hat einen brenzlichen Nebengeruch.

c) Der aus Weinhefe destillirte Branntwein ist für Genusszwecke untauglich.

Die Ausbeute beträgt aus 1 hl zusammengedrückter Trester oder 1 hl Hefe durchschnittlich 10 bis 12 l Branntwein (von 50 Vol.-%). 1 hl Biergeläger liefert ca. 10 l Branntwein.

Destillation [1].

Allgemeines.

a) Die zu destillirende Maische enthält ausser Wasser und Aethylalkohol an flüchtigen Bestandtheilen noch Amyl-, Propyl-, Butylalkohol, Acetaldehyd, Essigsäure, Aether und Glycerin. Ferner an nicht flüchtigen Bestandtheilen Milchsäure, Bernsteinsäure, Dextrin, Salze etc. Der entgeistete Rückstand heisst Schlempe.

Die Eigenschaften der bei der Destillation wesentlich in Betracht kommenden flüchtigen Bestandtheile zeigt nachstehende Tabelle:

Name	Siedepunkt	SG.	Löslichkeit
Aethylalkohol	78,4°	0,795	Mit Wasser in allen Verhältnissen mischbar.
Amylalkohol	132	0,825	In Wasser unlöslich. In Weingeist von mehr als 50% löslich.
Propylalkohol	98	0,812	Mit Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen mischbar.
Butylalkohol	109	0,803	In Wasser schwer, in Alkohol leicht löslich.
Acetaldehyd	21	0,801	Mit Wasser und Alkohol in allen Verhältnissen mischbar.

b) Wendet man beim Destilliren einer verdünnten Alkohol-Wassermischung [2]) einen einfachen Destillirapparat, aus Blase mit Helm und Kühlschlange mit Kühlfass bestehend, an, so erhält man stets nur verdünnten Alkohol, und zwar ist die Anreicherung im Destillat bei alkoholarmen Mischungen wesentlich grösser wie bei alkoholreichen, wie die von Gröning-Pampe aufgestellte, hier im Auszug mitgetheilte Tabelle zeigt:

Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit Gew.-%	Siedepunkt der Flüssigkeit Grad	Alkoholgehalt des Dampfes Gew.-%	Alkoholgehalt der siedenden Flüssigkeit Gew.-%	Siedepunkt der Flüssigkeit Grad	Alkoholgehalt des Dampfes Gew.-%
2	98,2	25,2	50	82,5	81,4
5	95,5	39,8	70	80,6	85,8
10	92,7	53,2	80	79,8	87,8
20	88,2	67,1	85	79,5	88,8
30	85,5	73,9	90	78,75	92,0

selben mit Alkohol und Schwefelsäure entsteht der Aether, der nach dem Waschen und Rektifiziren dem echten Weinöl sehr ähnlich ist. Letzteres erhält man in äusserst geringer Menge (1/40000) durch wiederholte Destillation von Wein.

[1]) Der Name stammt von destillare, herabtröpfeln.

[2]) Die Maische enthält ca. 13 Vol.-% Alkohol.

c) Nach anderen Gesetzen verläuft die Destillation von nicht mischbaren Flüssigkeiten, z. B. von Wasser und Amylalkohol: hier ist die Dampfspannung des Gemenges bei bestimmter Temperatur gleich der Summe derjenigen beider Komponenten. Ferner ist das Mengenverhältniss im Destillat unabhängig von dem in der Blase: aus einem Gemenge von viel Wasser mit wenig Amylalkohol destillirt so lange ein Gemenge beider in bestimmtem Verhältniss, bis sämmtlicher Amylalkohol übergegangen ist, obwohl letzterer bei höherer Temperatur als Wasser siedet.

Amylalkohol löst sich in der äthylalkoholhaltigen Maische grösstentheils, aber in der entgeisteten sehr wenig. Er gelangt daher zuerst durch Alkohole, dann durch Wasserdampf in den Spiritus.

d) Wie oben erwähnt, liefert die einfache Destillation keinen hochkonzentrirten Alkohol, und man kann daher nur durch mehrfache Wiederholung der Operation zum Ziel gelangen; beispielsweise erhält man aus einer 10 %igen Maische ein

I. Destillat von 28 Vol.-% Alkohol: aus diesem ein
II. „ „ 50 „ „ „ „
III. „ „ 70 „ „ „ „
IV. „ „ 80 „

wobei vorausgesetzt ist, dass jedesmal bis zur völligen Entgeistung destillirt wird. Die Bestrebungen in der Technik sind aber darauf gerichtet, möglichst in einer Operation einen hochprozentigen Alkohol darzustellen, und schon seit Anfang dieses Jahrhunderts sind entsprechende Apparate zur zusammengesetzten Destillation konstruirt worden.

Argand, Adam und Solimani machten sich in Frankreich um die Verbesserung der Apparate verdient, während von deutschen Technikern Pistorius (1817), Dorn (1817) und Siemens zu nennen sind. Die ersten Apparate (Blasen-, Retorten-, Kesselapparate) dienten zum unterbrochenen (periodischen) Betrieb; den verbesserten kontinuirlich wirkenden Apparaten — Kolonnenapparaten — wird die Maische ständig zugeführt.

Die Mittel, deren man sich zur Bereitung eines möglichst wenig Wasser enthaltenden Alkoholes bedient, werden als Dephlegmation[1]) und Rektifikation bezeichnet. Unter Dephlegmation versteht man die Kondensation eines Theiles der Spiritusdämpfe in einem besonderen, vor dem eigentlichen Kondensator liegenden Gefäss, dem Dephlegmator. Die Rektifikation ist die Erwärmung alkoholhaltiger Flüssigkeiten durch alkoholhaltige Dämpfe in besonderen Gefässen (Rektifikatoren, wodurch ein Dampf von höherem Alkoholgehalt entsteht.

Da die Zusammensetzung der im Dephlegmator erhaltenen Flüssigkeit nur wenig von derjenigen der nicht kondensirten Dämpfe abweicht, da sogar nach Pampe zwischen beiden kein Unterschied in der Zusammensetzung besteht, hat sich die frühere Auffassung der Dephlegmation als eine Abscheidung von vorwiegend höher siedenden Bestandtheilen, als eine Verstärkung der Spiritusdämpfe durch die Kondensation, als unzutreffend erwiesen.

Nach Pampe besteht vielmehr kein prinzipieller Unterschied zwischen Dephlegmation und Rektifikation; in beiden wird kondensirte Flüssigkeit durch nachströmenden Alkoholwasserdampf ausgekocht, und die Konzentration des Alkohols erfolgt durch die ständig wiederholte Verdichtung und Verdampfung. (Vergl. Hausbrandt, Die Wirkungsweise der Rektifizir- und Destillirapparate. Berlin 1893.)

---

[1]) Die alchymistische Bezeichnung für Entwässerung; Phlegma hiess das im Alkohol enthaltende Wasser.

Die Apparate.

Apparate für unterbrochenen Betrieb. Den ersten in Deutschland von Dorn konstruirten Apparat mit Dephlegmator zeigt Fig. 220. Es bedeutet (Otto, Lehrb. d. landw. Gewerbe):

A die Blase, *B* den Helm, *C* den Vorwärmer mit Schlange *g*, *D* den Rektifikator, durch eine kupferne Scheidewand von dem Vorwärmer getrennt, *E* das Kühlfass mit Schlange *r*, *h h* Deckel des Vorwärmers, mit einer Röhre, durch welche die Achse des Rührwerks *i* hindurchgeht, *l* Röhre zum Einfliessen der Maische in den Vorwärmer, *m* Hahn, um die gehörige Füllung des Vorwärmers ersehen zu können. Die Maische steht so hoch, dass die Röhre *l* und die Röhre im Deckel *h* dadurch abgesperrt sind. *n* ist ein gebogenes Rohr, auf der Schlange *g* sitzend, um die in dem Vorwärmer etwa auftretenden alkoholischen Dämpfe abzuführen. *e* Hahnrohr zum Ablassen der Maische aus dem Vorwärmer in die Blase, *f* Hahnrohr zum Ablassen des Phlegma aus dem Rektifikator in die Blase, *a* Hahnrohr zum Ablassen der Schlempe aus der Blase. *d* Hahn, um warmes Wasser aus dem Kühlfasse durch das Rohr *cb* in die Blase fliessen zu lassen, damit die Blase

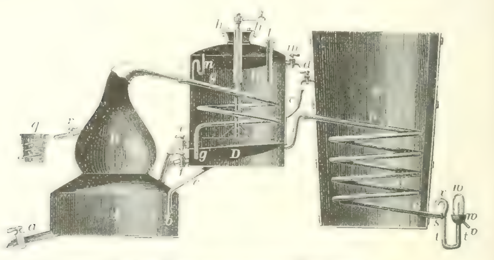


Fig. 220. Destillationsapparat mit Rektifikator.

nach dem Abfliessen der Schlempe nachgespült wird. *r* ist ein Hahnrohr am Helm (Probehahn), durch welches die Dämpfe aus dem Helm in das kleine Kühlfass *q* gelangen, wo sie verdichtet werden, um zu erkennen, ob die Maische in der Blase noch alkoholhaltige Dämpfe ausgibt.

Man arbeitet mit dem Apparate auf folgende Weise. Nachdem sämmtliche Hähne bis auf *m*, am Vorwärmer, geschlossen sind, wird der Vorwärmer durch *l* aus dem Maischreservoir oder Gährbottiche mit Maische gefüllt, bis diese aus *m* abzufliessen beginnt. Diese Füllung lässt man durch den Hahn *e* in die Blase fliessen, was vollständig erfolgt, da der Boden des Vorwärmers, die Scheidewand zwischen Vorwärmer und Rektifikator, wie ersichtlich, schräg liegt. Nachdem der Hahn *e* geschlossen ist, wird lebhaft unter der Blase gefeuert, oder Dampf in die Blase gelassen, dann füllt man den Vorwärmer von Neuem, und wenn dies geschehen, schliesst man den Hahn *m*. Sobald die Destillation beginnt, gehen die Lutterdämpfe der Maische[1]) durch das von kalter Maische umgebene Schlangenrohr *g* des Vorwärmers in den

[1]) Lutter ist das erste Destillat mit ca. 20% Alkohol.

Rektifikator D und werden in jenem und in diesem verdichtet. Die verdichtete Flüssigkeit sammelt sich in dem Rektifikator, der gewöhnlich **Lutterbehälter, Lutterkasten** genannt wird. In dem Maasse, als die Maische in dem Vorwärmer durch die Schlange erwärmt wird, treten immer mehr Dämpfe unverdichtet in den Rektifikator, so dass sie die hier angesammelte Flüssigkeit zum Sieden, zur Destillation bringen. Die dann auftretenden Dämpfe gelangen durch das obere, seitlich am Rektifikator vorhandene Rohr in die Schlange des Kühlfasses, wo vollständige Verdichtung und Abkühlung erfolgt.

Die Destillation wird so lange fortgesetzt, bis das Destillat 40 bis

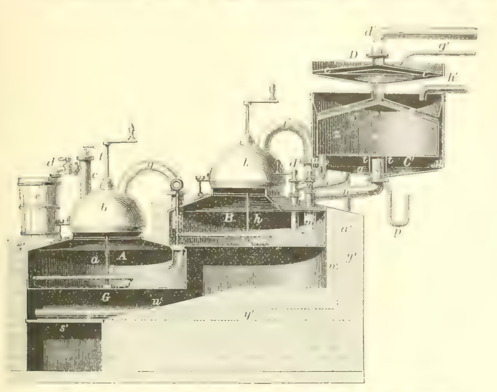


Fig. 221. Pistorius'scher Destillationsapparat mit Rektifikator und Dephlegmator.

35 % (Tralles) zeigt, dann prüft man durch Oeffnen des Hahnes am Helm und Auffangen der aus der kleinen Kühlschlange ablaufenden Flüssigkeit in dem Gefässe des Alkoholometers, ob aus der Maische aller Alkohol entfernt ist. Zeigt sich in der Flüssigkeit kein Alkohol, so ist die Destillation beendet. Man mässigt nun das Feuer unter der Blase oder sperrt den Dampf ab, lässt die Schlempe ab, und ehe diese noch ganz abgelaufen, lässt man durch den Hahn d vom Kühlfasse Wasser durch c in die Blase, damit, wenn diese durch direktes Feuer geheizt wird, die Maische nicht anbrenne. Nach dem Ablaufen der Schlempe wird der Hahn a geschlossen, die vorgewärmte Maische aus dem Vorwärmer und die Flüssigkeit aus dem Rektifikator in die Blase gelassen, zur erforderlichen Zeit natürlich auch der Hahn d geschlossen. Der Vorwärmer erhält nun wieder kalte Maische, worauf die Destillation von Neuem beginnt. Treibt man die letzte Maische des Tages ab, so wird der Vorwärmer mit Wasser gefüllt; er kann

dann aber auch leer bleiben. Die Flüssigkeit im Rektifikator von der letzten Destillation kann bis zur ersten Destillation des folgenden Tages in dem Rektifikator bleiben und dann in die Maischblase gelassen werden, oder man setzt die letzte Destillation so lange fort, bis kein Alkohol mehr übergeht, muss dann aber den letzten Antheil des Destillats besonders auffangen.

Einen wesentlichen Fortschritt bezeichnet die Benutzung von zwei Blasen, die zuerst Pistorius 1817 einführte. Sein Apparat wird noch heute im Kleinbetrieb vortheilhaft verwendet. Eigenthümlich an demselben ist ferner der Dephlegmator, das sogen. Pistorius'sche Becken.

In Fig. 221 ist *A* die erste, *B* die zweite, höherstehende Blase, deren Inhalt nach *B* abgelassen werden kann. Die Feuerungsgase umspülen *A*, dann *B* und gelangen dann in den Schornstein. *C* ist der Vorwärmer, *C''* der Rektifikator (Lutterkasten), *D* einer der drei über einander stehenden Dephlegmatoren (Pistorius-Becken). Durch *h'* fliesst die Maische nach *C*, von dort durch Rohr γ mit Hahn *d* nach *B* und von hier nach *A*. Nachdem sowohl *A* wie *B* und *C* Füllung erhalten haben, wird unter *A* unter öfterem Rühren mittelst der Rettenrührer *f* geheizt. Die Dämpfe entweichen aus dem Helm *b* und Rohr *q* nach *B*, dessen Inhalt allmählich ebenfalls ins Sieden kommt, worauf mittelst *h* gerührt wird. Die Dämpfe gelangen durch Helm *k* und Rohr *l*, dessen unterer Theil *m* in die Maische taucht, in das Knierohr *n*, dessen oberer Theil *s* durch *c* geht, unter die Kappe *tt* und fliessen abwärts. Nachdem dieser Prozess einige Zeit gedauert, wird die erst kondensirte Flüssigkeit wieder verdampft, und die Dämpfe gehen durch *u*, *v* und *w*, um an der Scheibe *ca'c* im Pistorius'schen Becken anzustossen resp. kondensirt zu werden. Die weiter oben sitzenden Becken bewirken den gleichen Vorgang, worauf schliesslich die Dämpfe in den Kühler gelangen. Als Sicherheitsrohr funktionirt *p*. Die Kühlung der Becken durch die Wasserröhren *g'* findet erst dann statt, wenn das Ableitungsrohr für die Spiritusdämpfe *d'* so heiss geworden ist, dass man es nicht anfassen kann, ohne sich zu verbrennen.

Wenn die erste Blase alkoholfrei geworden ist, wozu etwa $^1/_2$ bis 1 Stunde nöthig ist, dämpft man das Feuer, lässt die Schlempe ab, füllt *A* durch Oeffnen des Verschlusses *i* mit dem Inhalt von *B* und *B* mit demjenigen von *C*, sowie dem Rektifikator *C''*. Letztere Flüssigkeit (Lutter) fliesst durch Rohr *x* mit Hahn *d* zu; dann wird neue Maische in den Vorwärmer *C* gegeben.

Während früher der Zeitpunkt, wo in *A* die Entgeistung stattgefunden hat, durch Ziehen einer Probe mittelst Hahn *e* und *d* und Kühlfass *e* erkannt wurde, ersieht man ihn jetzt an dem schnellen Sinken des Alkoholgehaltes im Destillat: wenn dieselbe anfänglich über 80 % beträgt, so kann man die Destillation unterbrechen, falls er auf ca. 65 % gefallen ist.

Das aus dem Apparat in einer Operation erhaltene Destillat hat 80 bis 85 % Alkohol.

Häufig stellt man, um Raum zu sparen, den Apparat aus zwei über einander liegenden Blasen her (Säulenapparat), wie es Fig. 222 (Otto l. c.) zeigt; hier ist zugleich ein Beispiel für die Heizung mit Dampf gegeben. Es ist

A erste, *B* zweite Blase, *C* Rektifikator mit Vorwärmer *D*, *E* Rektifikationsbecken, *FG* Becken, *a* Rohr zum Füllen des Vorwärmers mit der Maische aus dem Maischreservoir, *b* Ventilrohr, um die Maische aus dem Vorwärmer in die obere Blase *B* zu lassen, *c* Ventilrohr zum Ablassen der Maische aus der Blase *B* in die Blase *A*. *d* Oeffnung für das Rohr zum Ablassen der Schlempe, *e* Dampfrohr zur Destillation der Blase *A*. Bei dem Vorhandensein einer Dampfmaschine sind zwei Dampfrohre vorhanden, das eine für direkten Dampf, das andere, weitere, für Maschinendampf.

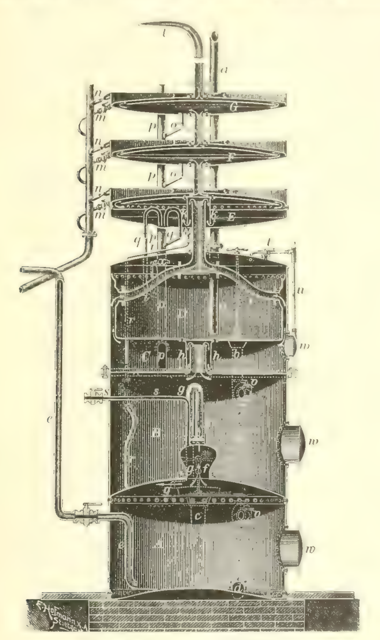


Fig. 222. Säulenapparat von Pistorius.

f ist ein helmartiger Aufsatz der Blase *A*, von welchem das Rohr *g* ausgeht, das die aus dieser Blase entweichende Dämpfe in die Maische der Blase *B* leitet (es sind auch wohl zwei solcher ansteigenden Rohre vorhanden, die dann, jedes, unten einen Viertelkreis beschreiben), *h* Kappe des Rektifikators *C*, von welcher die eintretenden Dämpfe genöthigt werden, durch die am Boden des Rektifikators befindliche Flüssigkeit zu gehen. *ii* sind Röhren, welche die Dämpfe aus dem Rektifikator in das Pistorius'sche Becken *E* führen, *k* Kappe des Rektifikationsbeckens.

Aus diesem Becken gehen die Dämpfe durch die Pistorius'schen Becken *F* und *G*, von wo sie schliesslich durch das Rohr *l* in das Kühlfass gelangen. Die Pfeile zeigen überall die Richtung der Dämpfe an. *m m m* sind Röhren, um das Wasser der Becken vollständig ablassen zu können, *n n n* Röhren zum Abfliessen des auf die Becken fliessenden Wassers (die Röhren, durch welche das Wasser auffliesst, sind weggelassen), *o o* Röhren, durch welche die in den Becken *F* und *G* verdichtete Flüssigkeit in das Rohr *p* und aus diesem entweder in den Rektifikator *C* oder, wenn der Hahn *x* an *p* geschlossen ist, durch das Steigrohr *q'* in das Rektifikationsbecken *E* fliesst. *q* ist ein Rohr, welches die Flüssigkeit aus dem Rektifikationsbecken *E* in das Rohr *p* führt, sobald dieselbe eine hinreichende Höhe erreicht hat, *r* das Rohr, durch welches die Flüssigkeit aus *E* in den Rektifikator *C* ganz abgelassen werden kann, *r'* das Rohr, durch welches der Inhalt des Rektifikators *C* in die Blase *B* gelassen werden kann, *s* das Rohr, welches die Dämpfe der ersten Blase *A* in ein kleines Kühlfass führt, um den Alkoholgehalt derselben ersehen zu können (Proberohr), *t* das Luftventil des Vorwärmers, *u* der Niveauzeiger des Vorwärmers. Man arbeitet mit grösserer Sicherheit, wenn auch an den Blasen und an dem Rektifikator Niveauzeiger vorhanden sind. *v v* sind Luftventile der Blasen *B* und *A*, *w* Mannlöcher.

Als Ueberleitung zu den Apparaten mit kontinuirlichem Betrieb lassen sich die von Gall eingeführten Wechselapparate auffassen. Der von ihm konstruirte Rheinländische Dampfbrennapparat bestand aus zwei neben einander stehenden Blasen, ferner Vorwärmer, Rektifikator und Dephlegmator. Die aus der ersten Blase abgetriebenen Dämpfe passirten die zweite und gingen dann in den Vorwärmer etc. War der Inhalt der ersten Blase entgeistet, so leitete man nicht den Inhalt der zweiten Blase in die erste, sondern schickte jetzt ohne Unterbrechung des Betriebs den Dampf in die zweite und verfuhr wie oben; inzwischen wurde die Maische aus der ersten abgelassen und die Blase mit neuem Material aus dem Vorwärmer und dem Dephlegmator beschickt; hierauf wurde der Dampf von Blase 2 nach Blase 1 etc. geleitet. Gall bemühte sich, die Blasen grösstentheils aus dem billigeren Holz herzustellen. In dem von ihm konstruirten Marienbad-Apparate sollte die Abkühlung der Blasen dadurch vermieden werden, dass dieselben in den Dampfkessel gehängt wurden; hierdurch wurde allerdings der Dampfverbrauch vermindert, auch die Maische weniger verdünnt, aber der Vorschlag scheiterte an der Kostspieligkeit und Umständlichkeit des Betriebes.

Die wesentlichen Elemente der jetzt fast ausschliesslich benutzten kontinuirlichen Destillationsapparaten enthält der 1817 von Cellier-Blumenthal eingeführte, später von Derosne in Frankreich verbesserte Apparat, wie er zur Destillation von Wein und dünnflüssigen Maischen Verwendung findet.

Fig. 223 gibt einen Durchschnitt durch den ganzen Apparat, Fig. 224 durch den Rektifikator. In der Beschreibung folgen wir Muspratt (Bd. 1, 496):

Der Apparat besteht aus zwei terrassenförmig neben einander eingemauerten Blasen *A* und *B*, von denen die erstere direkt oder mit Dampf geheizt wird. Die in der ersten Blase gebildeten Dämpfe durchströmen den Inhalt der zweiten. Ueber der zweiten Blase befindet sich die Destillationssäule *C*. Ueber dieser erhebt sich die Rektifikationssäule *D*. Von dort gelangen die Dämpfe in den dephlegmirenden Vorwärmer *E* und entweichen endlich in den Kühlapparat *F*. Der Kühlapparat dient zugleich als erster Vorwärmer, indem er mit der zu destillirenden Flüssigkeit durch den Abflussregulator *G* aus dem Maischreservoir gefüllt wird.

Bei Beginn der Operation wird die Blase *A* gefüllt. Das Niveau der

Flüssigkeit zeigt die Glasröhre *p*. Zum Ablassen der Schlempe dient das Rohr *b* und der Hahn *a*. Nach dem Füllen der Blase *A* öffnet man den Hahn *w*, füllt durch die Röhre *k* den Kühlapparat *F*, von dort den Vorwärmer *E* und lässt dann noch so lange Flüssigkeit nachfliessen, bis diese, die Destillationssäule *C* durchströmend, den Boden der Blase *B* bedeckt, was man an dem Stande in dem Rohre *p'* erkennt. Der Inhalt der Blase *A* wird hierauf zum Sieden gebracht. Die Dämpfe entweichen durch das Rohr *f* und werden dadurch bis fast auf den Boden der Blase *B* geleitet, wo das Rohr *f* in einen Brausenkopf endet. Bald wird

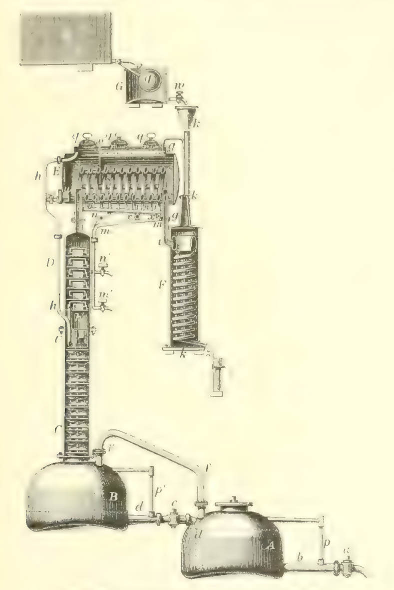


Fig. 223. Destillirapparat von Cellier-Blumenthal.

die Flüssigkeit auch hier siedend, die Dämpfe gehen in die Destillationssäule *C*, die jedoch vorläufig nur als Dephlegmator wirkt. Diese Säule enthält in ihrem Innern zehn Paar Schalen, die an drei Säulen befestigt sind und von denen jedesmal eine mit der Wölbung aufwärts, die andere abwärts gerichtet ist. Die letzteren haben keinen Boden, so dass die Flüssigkeit von der darüber befindlichen Schale auf die nach oben gekehrte Wölbung der zunächst darunter liegenden Schale fällt. Der Zweck dieser Einrichtung ist die möglichste Ausbreitung des herabfliessenden Lutters und der später darüber fliessenden vorgewärmten Flüssigkeit. Ueber der obersten Schale befindet sich ein kleiner Behälter, in welchem sich die zu

destillirende Flüssigkeit sammelt und über dessen Ränder sie sich über die Schalen ergiesst.

Aus *C* gelangen die Dämpfe in den Rektifikator *D*, eine Säule, die durch Platten in sechs einzelne Räume getheilt ist. Durch jede der Platten geht ein Rohrstutzen und über diesen greift eine Kappe, wie Fig. 222 zeigt. Jede Abtheilung bildet daher einen besonderen Rektifikator, in welchem die Dämpfe sich durch den auf jeder Platte sammelnden Lutter Bahn brechen müssen und so diesen rektifiziren. Sobald die Flüssigkeit in den Abtheilungen die Höhe des Rohrstutzens erreicht, fliesst sie durch diesen in die darunter befindliche Abtheilung und zuletzt aus der untersten in den Behälter der Säule *C*.

Nach dieser sechsmaligen Rektifikation gelangen die Dämpfe durch das Rohr *l* in den Vorwärmer *E*, wo sie das liegende Schlangenrohr *S* passiren. An der tiefsten Stelle einer jeden Windung des Schlangenrohres ist ein Rohr *i* angebracht. Alle diese Röhren *i* münden in einem etwas geneigt liegenden Rohre, durch welches die verdichtete Flüssigkeit sich in das Rohr *t* ergiesst und in das Schlangenrohr des Kühlfasses geleitet werden kann. Beim Durchgange durch das liegende Schlangenrohr werden die Dämpfe immer mehr entgeistet, bis der Dampf zuletzt auf das Maximum des Alkoholgehaltes gekommen ist. Das Schlangenrohr im Vorwärmer hat aber weniger die Bestimmung, die Dämpfe zu verdichten, als sie zu dephlegmiren. Um dieses zu erreichen, sind in dem Rohre, in welches die einzelnen Röhren *i* münden, an drei verschiedenen Stellen die Röhren *v x x* angesetzt, durch welche der Lutter durch *n* und *m* in die Rektifikationssäule zurückgeleitet wird. *n* leitet den in den ersten vier Windungen des Schlangenrohres verdichteten Lutter in die dritte Abtheilung des Rektifikators zurück, *m* bringt den Lutter aus dem übrigen Theile des Schlangenrohres in die fünfte Abtheilung des Rektifikators. Die Röhren *n* und *m* sind unten siphonförmig gebogen, sie bleiben dadurch in ihrem unteren Theile stets mit Flüssigkeit gefüllt und verhindern dadurch, dass die Dämpfe aus dem Rektifikator durch sie in das Schlangenrohr entweichen, was geschehen würde, wenn die in *n* und *m* befindliche Flüssigkeitssäule nicht dem Dampfdrucke im Rektifikator das Gleichgewicht hielte. Die drei Rohrstutzen *v*, *x*, *x* sind mit Hähnen versehen. Schliesst man den Hahn des letzten Rohrstutzens *x*, so fliesst das in den drei letzten Windungen des Schlangenrohrs Verdichtete in den Kühlapparat, ohne von Neuem rektifizirt zu werden; schliesst man auch den ersten Rohrstutzen *x*, so nimmt der Lutter, welcher sich in den sechs letzten Windungen niedergeschlagen hat, denselben Weg; wird auch *v* verschlossen, so hört die dephlegmirende Wirkung des Schlangenrohrs ganz auf und dieses wird dadurch zu einem Theile des Kühlapparates. Man hat es daher durch diese drei Hähne ganz in seiner Gewalt, ein beliebig starkes Destillat zu erzielen.

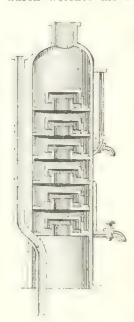


Fig. 221.
Kappen des Apparats.

Alle Dämpfe, die in dem Schlangenrohre nicht verdichtet wurden, gehen durch das Rohr *t*, welches mit der letzten Windung in Verbindung steht, in den Kühlapparat *F*. Das Destillat fliesst durch das Rohr *z* in einen Alkoholmeterständer und aus diesem in die Vorlage.

Ist bei der ersten Destillation der Inhalt des Vorwärmers *E* genügend warm geworden, so öffnet man den Hahn *w*, durch welchen die zu destillirende Flüssigkeit sich zunächst aus dem Reservoir *G* durch das Rohr *k* bis auf den Boden des Kühlfasses ergiesst. Sie verdrängt dabei die hier schon im oberen Theile warm gewordene Flüssigkeit, die durch das Rohr *g* dann in den Vorwärmer *E* fliesst, in welchem sie durch das durchbohrte Rohr *r* vertheilt wird. In demselben Maasse, wie die Flüssigkeit durch *g* in den Vorwärmer einströmt, fliesst sie durch *h* ab und ergiesst sich in die Destillationssäule *C*, wo sie, auf den Schalen in dünne Schichten vertheilt, den aufsteigenden Dämpfen entgegenkommt. Durch die Dämpfe wird die Flüssigkeit erhitzt und gibt den grössten Theil ihres Alkohols ab; da die Flüssigkeit aber eine niedrigere Temperatur als die Dämpfe hat, so wirkt sie auf jene zugleich dephlegmirend.

Aus der Säule *C* gelangt die Flüssigkeit, die nun ununterbrochen zufliesst, in die Blase *B* und wird dort durch den aus *A* einströmenden Dampf destillirt. Durch den Hahn *w* regulirt man den Zufluss der Flüssigkeit auf solche Weise, dass

die Blase B gerade genügend gefüllt ist, wenn der Inhalt der Blase A abgetrieben ist.

Nachdem man die Schlempe von A durch den Hahn a entleert hat, lässt man die Flüssigkeit aus B durch den Hahn c nach A, welches geschehen kann, ohne dass man die Destillation zu unterbrechen braucht. B wird sich dann allmälig wieder füllen. Um während der ganzen Dauer der Destillation einen völlig gleichmässigen Abfluss durch den Hahn u zu haben, ist das Gefäss G vorhanden. In diesem schwimmt eine hohle Metallkugel q, die durch eine Stange mit dem Griffe des an dem Ausflussrohre des Reservoirs H befindlichen Hahnes verbunden ist. Sinkt die Flüssigkeit in dem Behälter G, so sinkt auch die auf ihr schwimmende Kugel und diese öffnet daher den Abflusshahn des Reservoirs H; steigt die Flüssigkeit in Folge eines geringeren Abflusses durch u, so steigt auch die Kugel und verringert dem entsprechend die Oeffnung des Hahnes. Das Niveau in G wird daher immer gleich bleiben, da die Kugel die Stellung des Hahnes regulirt. In Folge dessen muss die Flüssigkeit aus u immer unter gleichem Drucke und somit mit gleicher Geschwindigkeit sich in den Kühlapparat ergiessen.

Thatsächlich ist indessen ein wirklich automatischer und kontinuirlicher Betrieb mit dem Apparat nicht zu erreichen.

Kontinuirliche Destillation.

1. Der erste Apparat zum kontinuirlichen Destilliren ist Coffey (Dublin) 1832 patentirt worden. In diesem, wie in den später von Savalle verbesserten Konstruktionen durchläuft die Maische, ohne an einer Stelle zu verweilen, den Apparat, um unten ständig abzufliessen. Die Blase ist durch eine grosse Anzahl über einander liegender Gefässe ersetzt,

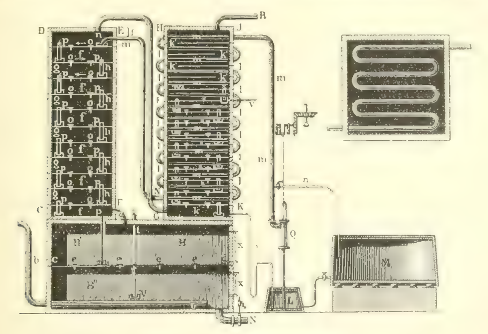


Fig. 225 u. 226. Coffey'scher Apparat.

durch welche der Dampf in entgegengesetzter Richtung wie die Maische strömt. Der Coffey'sche Apparat (Muspratt 1. 502) Fig. 225 u. 226 ist noch heute in England in Gebrauch; er ist für das Brennen klarer Würzen, nicht dicker Maischen eingerichtet.

Er besteht aus dem viereckigen Schlempekasten B, auf dem die Destillationskolonne $CDEF$ und die Rektifikationskolonne $GHJK$ errichtet sind. Das Gehäuse ist aus mit Kupfer ausgekleidetem Holz gefertigt; man wendet gewöhn-

12 bis 15 cm starke Bohlen an, damit so wenig wie möglich Wärme verloren gehe. Der Schlempekasten wird durch eine kupferne Platte cd in zwei Räume B' und B'' getheilt. Diese Platte ist siebförmig durchlöchert und enthält noch ausserdem verschiedene Ventile $e\,e\,e\,e$, die als Sicherheitsventile wirken, wenn der Dampf durch die Sieböffnungen nicht genügenden Ausweg findet. Von diesem Siebboden geht eine Röhre V bis fast auf den Boden des Kastens und mündet in eine Kapsel, die ein Dampfventil bildet; am oberen Theile dieser Röhre ist ein Ventil angebracht, welches man mittelst des Stabes t, der durch eine Stopfbüchse am oberen Theile des Kastens geht, öffnen oder schliessen kann. Die Glasröhren x zeigen den Stand der Flüssigkeit in beiden Abtheilungen B' und B'' an. Die Destillationskolonne $CDEF$ besteht aus zwölf Abtheilungen $f\,f\,f\,f$, die durch die elf Kupferplatten gh, gh, gh u. s. w. gebildet werden. Jede dieser Abtheilungen stellt eine Blase vor. Die Bodenplatten der einzelnen Blasen und Platte CD im Schlempekasten sind zum Durchlassen des Dampfes siebförmig durchlöchert und mit Ventilen $o\,o\,o\,o$, die sich aufwärts öffnen, versehen. An jeder Platte ist eine Röhre p angebracht, durch welche die Flüssigkeit von einem Siebboden auf den anderen fliesst. Der obere Theil jeder dieser Röhren ragt 3 bis 5 cm über die Platte hinaus, damit diese während der Destillation stets mit einer Schicht Flüssigkeit von derselben Höhe bedeckt bleibe. Der untere Theil der Röhre taucht in eine flache Schale, die auf dem folgenden Siebboden ruht, damit keine Dämpfe durch die Röhre entweichen können. Die Röhren sind, wie Fig. 225 zeigt, abwechselnd an der rechten und linken Seite der Platten angebracht.

Die Rektifikationskolonne $GHJK$ ist auf dieselbe Weise durch Kupferplatten in einzelne Räume getheilt. In dieser sind 15 Kammern enthalten, von denen die zehn unteren K den Rektifikator bilden und auf dieselbe Weise durchbohrt und mit Ventilen versehen sind, wie die der Destillationskolonne. Die fünf oberen dienen zur Kondensation des Alkohols und werden von den übrigen durch eine Platte getrennt, die aber nicht durchlöchert ist, sondern nur bei w eine grosse Oeffnung für den Eintritt des Alkoholdampfes hat. Ausserdem ist sie noch mit einer Abflussröhre s versehen. Die Oeffnung w hat einen 3 cm hohen Rand, der das Zurückfliessen des Alkohols in den Rektifikator verhindert. Das Rohr s steht in einer tieferen Schale als die übrigen Röhren; aus dieser fliesst der fertige, aber noch heisse Alkohol durch die Röhre y in ein Schlangenrohr oder einen anderen Kühlapparat, um vollständig zu erkalten. Die Kammern k' dieses Kondensators haben keine Siebböden, in den Platten ist abwechselnd an dem einen und dem anderen Ende ein Loch angebracht, welches gross genug ist, den Dämpfen den Durchgang zu gestatten und den verdichteten Alkohol zurückfliessen zu lassen. Diese Platten sind zu dem Zwecke angeordnet, um die Dämpfe so viel wie möglich mit den Röhren $m\,m$, die kalte Maische enthalten, in Berührung zu bringen.

Durch jede Kammer der Rektifikationskolonne $GHJK$ geht eine horizontal liegende Schlangenröhre, wie Fig. 226 zeigt, die den Querschnitt einer der Kammern darstellt. Die einzelnen Theile dieser Röhre kommuniziren mit einander durch die Verbindungsröhren $l\,l\,l$ und bilden so eine ununterbrochene Röhre $m\,m$, die von der Maischpumpe Q durch die sämmtlichen Abtheilungen der Rektifikationskolonne geht und, nachdem sie von deren unterster Abtheilung wieder in die Höhe gestiegen ist, in der obersten Kammer der Destillationskolonne bei n' mündet. In Folge der ständigen Durchleitung der Maische durch Röhre m funktionirt die Röhre in ihrem obersten Theile, in den Kammern k', als Kondensator, in den tieferen Kammern der Rektifikationskolonne als Dephlegmator und in ihrem Gesammtverlaufe als Vorwärmer der zu destillirenden Maische. M ist der Maischebehälter, L ein kleines mit jenem verbundenes Gefäss, in dem die Pumpe steht.

Die Pumpe Q wird während der Destillation fortwährend im Gange gehalten, um den Apparat mit einem gleichförmigen Zufluss von Maische zu speisen. Ihre Dimensionen und ihre Hubhöhe sind so bemessen, dass sie bei normalem Gange der Maschine stets etwas mehr Flüssigkeit fördert, als der Apparat aufzunehmen vermag. Dieser Ueberschuss wird durch das Rohr n nach M zurückgeführt. Durch Einstellung eines an n befindlichen Ventils hat man die Regulirung des Zulaufes der Flüssigkeit in den Apparat genau in der Hand.

Durch Röhre $b\,b$ wird Dampf in den Schlempekasten B'' geleitet; $b\,b$ verzweigt sich dort in einer Menge kleiner durchlöcherter Röhren, die in der Zeichnung nicht sichtbar sind, wodurch der Dampf überall mit der ihn umgebenden Schlempe in Berührung kommt.

Die Arbeit an diesem Apparate fängt damit an, dass man die Pumpe in Bewegung bringt und die ganze Länge der Zickzackröhre *m m* füllt, bis die Maische anfängt, bei *m* in die Destillationskolonne *CDEF* zu fliessen. Die Pumpe wird dann in Ruhe gesetzt und der Dampf aus dem Kessel durch die Röhre *bb* in den unteren Theil des Apparates geleitet. Der Dampf streicht durch die Kammern *B″ B′* und durch die Röhre *z* in die Destillationskolonne, von wo aus er durch *i* in den unteren Theil des Rektifikators bei *N* eintritt. Er steigt dann durch die Kammern *kk*, umgibt die Zickzackröhren und erwärmt die darin enthaltene Maische sehr rasch. Sobald man wahrnimmt, dass die Maische in ungefähr acht Kammern heiss geworden ist, wovon man sich leicht überzeugen kann, wenn man die Hand an die Verbindungsröhren *lll* legt, setzt man die Pumpe wieder in Bewegung. Die Maische ist dann fast siedend heiss und fliesst in der Destillationskolonne durch die Röhren von Blase zu Blase in der Richtung der in den oberen Abtheilungen gezeichneten Pfeile. Die Maische kann nur durch diese Röhren fliessen, da die Grösse und die Anzahl der Löcher in den Platten so regulirt ist, dass sie nur hinreichenden Raum bieten, um dem Dampfe unter einem schwachen Drucke Durchgang zu gestatten. Die Maische muss daher auf jeder Platte eine neue dünne Schicht bilden, durch die der Dampf streicht und so mit ihr an sehr vielen Stellen in Berührung kommt. In dem Maasse, wie die Flüssigkeit aus einer Abtheilung in die andere gelangt, wird ihr Alkohol mehr und mehr verflüchtigt und durch die aufwärts strömenden Dämpfe fortgeführt, so dass fast keine Spur Alkohol mehr darin zurückbleibt, sobald sie die grosse Kammer *B* erreicht. Die Schlempe sammelt sich in *B′* an und bleibt dort, immer von Dampf durchkocht, bis diese Abtheilung fast gefüllt ist; den Stand der Flüssigkeit beobachtet man an der Glasröhre *x*, dann öffnet man das Ventil *V* und lässt den Inhalt aus *B′* in die untere Abtheilung laufen; wenn auch diese fast gefüllt ist, öffnet man den Hahn der Röhre *N′* und lässt die Schlempe abfliessen.

So kann der Apparat ununterbrochen fortarbeiten, so lange man weingare Maische vorräthig hat. Am Ende einer Operation pumpt man Wasser durch den Apparat, um die Maische aus den Röhren zu verdrängen und den darin zurückbleibenden Alkohol zu gewinnen.

Obwohl die Maische im Allgemeinen ihren ganzen Alkoholgehalt abgegeben hat, wenn sie aus der Destillationskolonne heraustritt, so hat man, um vor jedem Verlust geschützt zu sein, die Kammern *B′* und *B″* angebracht, in welchen man ungefähr eine halbe Stunde lang Dampf durch die Schlempe leitet. Mit der Kammer *B″* ist ein kleiner Apparat verbunden, in dem ein Theil der Dämpfe kondensirt und abgekühlt wird; die dadurch gebildete Flüssigkeit fliesst fortwährend durch einen Probecylinder, in dem ein Lutterprober den Alkoholgehalt der Dämpfe anzeigt.

Der Dampf streicht zuerst durch die ihres Alkohols beraubte Maische in der unteren Abtheilung von *B*, geht dann durch die elf Schichten von Maische auf den durchlöcherten Boden der Destillationskolonne, führt ihren Alkohol dampfförmig mit sich fort und lässt eine entsprechende Menge Wasser dafür zurück. Der Dampf gelangt, nachdem er die ganze Kolonne durchstrichen hat, durch die Röhre *i* in den unteren Theil der Rektifikationskolonne und umgibt, während er auf-

wärts steigt, die Röhren *mm*, deren Inhalt dadurch erwärmt wird, während eine entsprechende Menge von Lutter durch Abkühlung des Dampfes verdichtet wird. Der Dampf besteht fast nur aus Alkohol, wenn er den Ausweg *w* erreicht und in den Kondensator am oberen Ende der Rektifikationskolonne gelangt; dort enthalten die Röhren *mm* die eben aus der Pumpe kommende kalte Maische und verdichten daher die Dämpfe rasch. Der Spiritus fliesst dann über die verschiedenen Platten zurück und durch die Röhre *y* in einen Kühlapparat. Die Röhre *R* steht mit dem Kühlapparat in Verbindung und ist dazu bestimmt, den unverdichtbaren Gasen (Kohlensäure und atmosphärische Luft) einen Abzug zu gestatten, ohne dass dadurch ein Verlust an Alkohol zu befürchten wäre.

Der Lutter, welcher sich aus den Dämpfen auf den Platten des Rektifikators kondensirt, fliesst in den unteren Theil der Kolonne auf dieselbe Weise, wie die Maische in der Destillationskolonne. Um den darin enthaltenen Alkohol zu gewinnen, wird der Lutter durch die Röhre *s* in das Reservoir *L* abgelassen, von wo derselbe gemeinschaftlich mit der Maische durch die Röhren *mm* getrieben wird, um von Neuem destillirt zu werden.

Bei *m'*, da, wo die Röhre *mm* in die Destillationskolonne mündet, ist ein Thermometer *f* angebracht, nach dessen Angaben die ganze Operation geleitet wird. Sobald man findet, dass die Maische zu heiss sei, lässt man mehr Maische zufliessen, indem man das Ventil in der Röhre *n* schliesst und umgekehrt, wenn die Maische zu kalt bei *n'* ausfliessen sollte.

Das Wasser, welches den Dampfkessel speist, geht vorher durch eine lange Röhre, welche in der kochend heissen Schlempe liegt; daher gelangt das Wasser schon sehr warm in den Kessel, wodurch natürlich viel Feuermaterial gespart wird.

2. Der Savalle'sche Kolonnenapparat zeigt im Wesentlichen eine ähnliche Konstruktion wie der obige Apparat. Doch steht hier der Rektifikator nicht neben, sondern über dem Destillator (Maischkolonne), und sind in letzterer nicht Siebböden, sondern Kappen, ähnlich wie in Fig. 223 (Cellier-Blumenthal's Apparat), angebracht. Ausgezeichnet ist der Apparat ferner durch den Savalle'schen Dampfregulator (s. weiter unten), der den Druck im Apparat ständig auf gleicher Höhe erhält und darum eine unerlässliche Bedingung für einen sicheren Betrieb erfüllt.

Der Typus des Apparats ist durch Fig. 227 nach Possanner (Handb. S. 511) veranschaulicht.

Es bedeutet: *A* Maischkolonne (Destillator); *B* Rektifikationskolonne; *C* Röhren-Dephlegmator; *D* Kühler; *E* Dampfregulator; *F* Vorwärmer; *G* Luftkasten; *H* Kontrol-Messapparat (s. w. u.); *J* Spiritusreservoir; *K* Maischsammelgefäss; *I* Obertheil des Dampfregulators mit Schwimmer; *II* Untertheil des Dampfregulators; *III* Verbindungsrohr zwischen Ober- und Untertheil des Dampfregulators; *a* Maischzufluss aus der Maischpumpe zum Maischsammelgefäss *K*; *b* Ueberlaufstutzen; *c* Maischzuleitungs-Regulirventil; *d* Maischeintritt in den Kühler; *e* Austritt der angewärmten Maische aus dem Dephlegmator; *f* Eintritt der Maische in den Vorwärmer; *g* Austritt der Maische aus dem Vorwärmer; *h* Eintritt der Maische in die oberste Abtheilung der Maischkolonne; *i* Austritt der Schlempe aus dem untersten Theile der Maischkolonne; *k* Eintritt der heissen Schlempe in den Vorwärmer; *l* Austritt der Schlempe aus dem Vorwärmer; *m* Ablauf der Schlempe in den Kanal zum Schlempereservoir; *n* Luftrohr; *o* Ventil

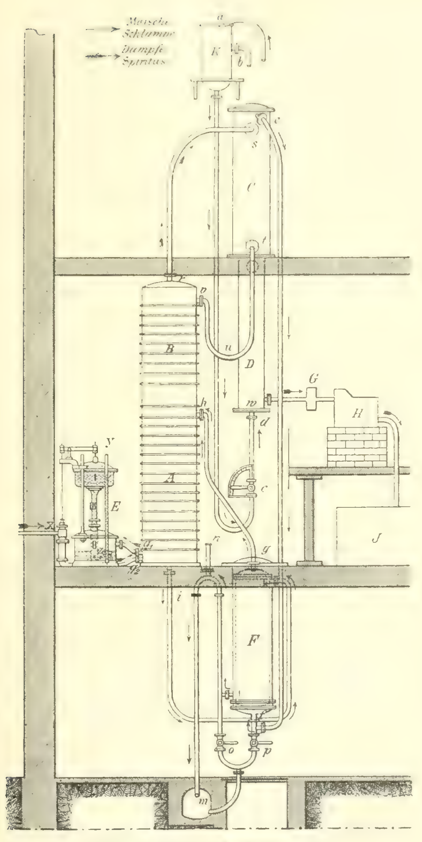


Fig. 227. Savalle'scher Destillationsapparat.

zum gänzlichen Ablassen der Schlempe aus dem Vorwärmer (im Betriebe geschlossen); *p* Ventil zum Ablassen der Maische aus dem Vorwärmer (im Betriebe geschlossen); q^1 Verbindungsrohr zwischen der unteren Abtheilung des Dampfregulators und dem Inneren der Maischkolonne; q^2 Dampfeinströmung in den untersten Theil der Maischkolonne; *r* Austritt der Spiritusdämpfe aus der Rektifikationskolonne; *s* Eintritt der Dämpfe in den Dephlegmator; *t* Austritt des Lutters aus dem Dephlegmator; *u* Luttersackrohr; *v* Eintritt des Lutters in die Rektifikationskolonne; *x* Dampfzuleitung vom Dampfkessel zum Dampfregulator; *y* Standglas des Dampfregulators; *z* Ventil des Standglases *y*.

Die kalte Maische tritt bei *a* in ein Gefäss *K*, dessen Ueberfüllung durch das Abflussrohr *b* verhütet wird. Von hier tritt sie nach Regulirung des Zuflusses durch die Stellvorrichtung *c* bei *d* in den Kühler *D*, kühlt und kondensirt die Spritdämpfe, wird dabei selbst erwärmt und geht nun oben in den Dephlegmator *C* über, wo sie wie im Kühler die Stelle des Kühlwassers vertritt. Nachdem sie daselbst ihren Zweck der Dephlegmation erfüllt hat, tritt sie mit bedeutend erhöhter Temperatur bei *e* aus und bei *f* in den Vorwärmer *F*, wird hier durch die aus der Maischkolonne rückkehrende Schlempe neuerdings vorgewärmt, tritt bei *g* aus und bei *h* in die Maischkolonne *A* ein. Sie wird hier durch den von unten kommenden gegenströmenden Dampf entgeistet, fliesst von Abtheilung zu Abtheilung nach abwärts und tritt mit Siedetemperatur als entgeistete Schlempe bei *i* aus der Maischkolonne, bei *k* in den Vorwärmer, wärmt hier die aus *C* kommende Maische vor, tritt bei *l* aus und fällt bei *m* in den Schlempeableitungskanal, resp. in das Reservoir.

n ist ein Luftrohr, welches dazu dient, zu grosse Spannung der Dämpfe zu verhüten. Die Ventile *o* und *p* sind stets geschlossen und dienen nur zur völligen Entleerung des Vorwärmers behufs Reinigung.

Der Dampf tritt, vom Dampfkessel kommend, durch den Dampfregulator *E* bei q^1 in die Maischkolonne *A*, steigt durch alle Abtheilungen derselben der Maische entgegen, die er entgeistet, in die Lutterkolonne *B*, verlässt die letztere bei *r* und steigt bei *s* in den Dephlegmator *C*. Hier sammelt sich das Phlegma, tritt bei *t* in den Luttersack *u* und gelangt bei *v* in die Lutterkolonne zurück; der dephlegmirte Alkoholdampf aber tritt aus dem Dephlegmator *C* unmittelbar in den Kühler *D* über, wird hier kondensirt, tritt als fertiger Spiritus bei *w* aus, passirt den Luftkasten *G*, dann den Kontrolmessapparat *H* und fliesst gemessen in das Reservoir *J*.

Der Dampfregulator besteht aus zwei Abtheilungen *I* und *II*, welche durch ein Rohr *III* verbunden sind. Das untere *I* ist halb mit Wasser gefüllt; der Dampf drückt auf die Oberfläche und drängt das Wasser in die obere Abtheilung. In dieser befindet sich ein Schwimmer, der mit dem Dampfzuleitungsventil *x* derart verbunden ist, dass sich dasselbe schliesst, sobald der Schwimmer gehoben, und öffnet, sobald er gesenkt wird. Da aber der Dampfdruck auf das Wasserniveau in der Abtheilung *II* von der Dampfzuströmung zur Maischkolonne abhängt, so regulirt sich auf diese Weise die Dampfzuströmung und somit auch die Lebhaftigkeit der Destillation von selbst.

Die Höhe des Wasserspiegels in der Abtheilung *I* ist aus dem Standglase *y z* zu ersehen.

3. Eine eigenartige Konstruktion besitzt der Apparat von Gebrüder Siemens (Charlottenburg), bei welchem Vorwärmer, Destillator und Rektifikator in einer einzigen Kolonne vereint sind. Alle diese Theile bestehen aus spiralförmig um einen Cylinder gewundenen Gängen, in denen die Dämpfe (von Alkohol und Wasser), mehr oder weniger entgeistete Maische und Wasser in entgegengesetzter Richtung sich bewegen.

4. Sehr leistungsfähig sind die von R. Ilges konstruirten und von Gebr. Sachsenberg, Rosslau, gebauten Kolonnenapparate, die sich wesentlich dadurch auszeichnen, dass hier die Maische die Maischkolonne nicht in dünner Schicht durchströmt, sondern dieselbe ganz anfüllt und sich zwischen Tellern bewegt, die abwechselnd an der Achse der Kolonne und deren Wandungen sich befinden. Als eigenartig hervor-

zuheben sind ferner die Regulatoren der Temperatur, des Maischezuflusses und des Dampfes.

Fig. 228 gibt eine Vorstellung von der näheren Einrichtung des Ilges'schen Universal-Maischdestillirapparates.

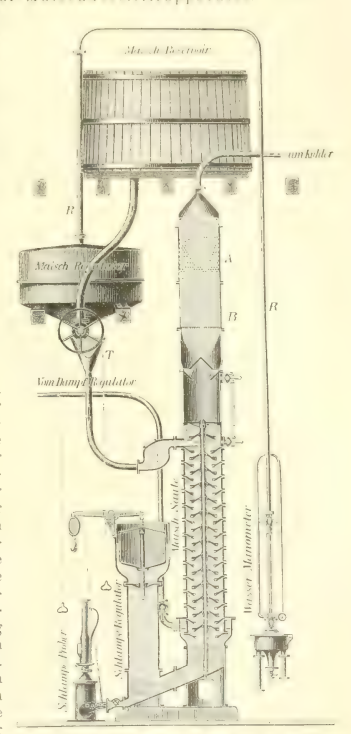


Fig. 228. Ilges' Universal-Maischdestillirapparat.

Die Maische gelangt aus einem Reservoir von unten durch einen Zweiwegehahn in den konischen, luftdicht verschlossenen Regulator, der völlig gefüllt wird, während die Luft durch Rohr *R* sprudelnd durch das Wasser des Wassermanometers entweicht. Beim Drehen des Zweiwegehahns kann die Maische durch das Trichterrohr *T* nach der Maischsäule entweichen; doch fliesst, da der Maischregulator oben luftdicht verschlossen ist, nur so viel aus, bis sich der Druck der Atmosphäre mit dem im Inneren ausgeglichen hat, und Wasser steigt in der Luftröhre *R* des Wassermanometers in die Höhe; mit Hülfe einer Skala lässt sich aus dieser Höhe der Stand der Flüssigkeit im Regulator erkennen. Durch Oeffnen eines Hahnes am Wassermanometer lässt man die Luft in Rohr *R* ein; eine nach Art der Mariotteschen Flasche funktionirende Vorrichtung sorgt für gleichmässigen Abfluss der Maische. Alle Stunden wird von Neuem Maische in den Regulator gefüllt. Die in den Maischcylinder niederfallende Flüssigkeit wird in Folge der eigenthümlichen Anordnung der Teller in lebhafte Bewegung versetzt, wodurch die Abgabe von Alkoholdämpfen befördert wird; andererseits sind

Verstopfungen völlig ausgeschlossen, da alle Flächen nach unten geneigt sind. Den Zufluss des Dampfes wird durch einen besonderen Regulator (nicht in der Figur enthalten) geregelt, der ähnlich wie der von Savalle konstruirte (vergl. Fig. 227) funktionirt, jedoch besondere Regulirung von Kessel- und Maschinendampf zulässt.

Den Abfluss der Schlempe regelt der Schlemperegulator, der mit der Maischsäule kommunizirt und einen Schwimmer enthält; letzterer steht mit einem Hahn in Verbindung, der unten so viel Schlempe austreten lässt, als oben zufliesst.

Der Schlempeprober verdichtet die beim Abfliessen der Schlempe gebildeten Dämpfe und ermöglicht dadurch eine ständige Kontrole.

Die Dephlegmation der Dämpfe erfolgt in *A* durch Kühlröhren, die von Wasser durchflossen werden. Das Phlegma (Lutter) fliesst in den Rektifikator *B*, der mit kleinen Porzellankugeln völlig angefüllt ist.

Von hier aus gelangen die Dämpfe in einer Stärke von 92 bis 95 Vol.-% in den Kühler.

5. Ilges' Automat. Schon dem älteren Ilges'schen Universal-Maischedestillirapparat (Fig. 228) lag der Gedanke des automatischen Betriebes zu Grunde; da jedoch dessen Maischeregulator jede Stunde einmal frisch gefüllt werden musste und während der allerdings sehr kurzen Füllungszeit dem Apparate Maische nicht zugeführt wurde, so entstanden hierdurch Betriebsänderungen, welche besonders auf die Güte des Produktes von ungünstigem Einflusse waren. Um diesem Uebelstande abzuhelfen und möglichste Gleichmässigkeit des Betriebes zu erreichen, ist der in Fig. 229 dargestellte „Automat" konstruirt.

In erster Linie war eine neue Regelung des Maischeeinlaufs nöthig. Der neue Maischeregulator *F* ist eine grosse Balkenwaage, welche auf ein weites senkrechtes Standrohr montirt ist. Letzteres steht oben offen und kommunizirt von unten mit dem Maischebehälter *G*, so dass in beiden die Maische immer gleich hoch steht. Die Bewegungen des Waagebalkens übertragen sich mittelst einer daran aufgehängten Zugstange auf ein am unteren Theile des Standrohrs befindliches, entlastetes Maischventil, welches so eingestellt werden soll, dass ein Maischestrahl von immer gleicher Grösse hindurchläuft, und zwar zuerst in die eine der beiden Waageschalen ein und von dort weiter in den Apparat. Wird die Gewichtsschale in bestimmtem Maasse belastet, so kommt die Waage zur Ruhe bei gleicher Belastung der Maischeschale, also bei derjenigen Stellung des Maischeventils, wobei die Maischeschale in bestimmter Höhe mit Maische gefüllt ist. Da an der Maischeschale seitlich ein mehr hoher als breiter Ueberlauf angebracht ist, so wird die Maische, wenn deren Flüssigkeitsspiegel über der Unterkante des Ueberlaufs steht, in einem Strahle von bestimmter Grösse ununterbrochen ausfliessen, während das Maischeventil einen Strahl von gleicher Grösse in die Maischeschale entsendet. Vermehrt man die Belastung der Gewichtsschale, so steigt der Maischespiegel, und der Maischestrahl wird grösser. Auf diese einfache Weise wird der gleichmässigste Einfluss der Maische zum Apparate hergestellt, so lange der Behälter *G* noch viel oder wenig Maische enthält.

Die Maische tritt durch das Trichterrohr in die Maischesäule

ein und bewirkt vorab in deren oberem Theile *B*, welcher verengerte, eingeschnürte Wege enthält, eine nützliche Dephlegmation der hindurchgehenden Destillationsdämpfe; der untere Theil *A* ist für die eigentliche Destillation bestimmt. Die abgetriebene Schlempe wird durch ein Ventil im Schlemperegulator *C* entlassen und gibt beim Austritt selbstthätig einige Dämpfe in den Schlempeprober *D* ab, welche dort verdichtet werden, und deren Kondensat fortlaufend den sichersten Aufschluss über die richtige Entgeistung der Schlempe gibt.

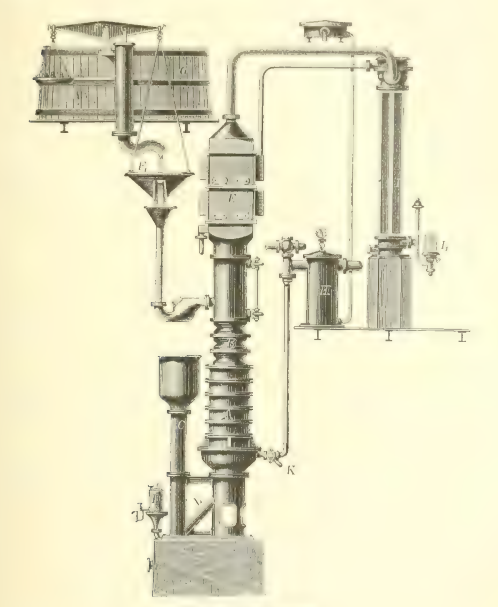


Fig. 229. Ilges Automat

Der D a m p f r e g u l a t o r *H* (S. 544) hat gegenüber dem früheren eine wesentliche Aenderung und Vereinfachung erfahren. Der Schwimmer ruht nicht mehr auf dem oberen Spiegel der regulirenden Wassersäule, sondern auf dem unteren Wasserspiegel, befindet sich also in dem unteren Dampfgefäss und überträgt mittelst eines Hebels seine Be-

wegungen unmittelbar auf den Kolben des sonst unverändert gebliebenen Dampfregulirventils. Der Vorzug dieser Anordnung besteht im Fortfallen der Stopfbüchse bei der Bewegungsübertragung, wodurch die Arbeit des Regulators an Genauigkeit noch erheblich gewonnen hat. Die zur Destillation zu benutzenden Abgangsdämpfe der Betriebsmaschine treten durch Stutzen rechts in das Dampfgefäss von *H*, der Eintritt der Kesseldämpfe geschieht durch Stutzen links am Regulirventil, und gegenüber befindet sich der Stutzen, welcher den überschüssigen Maschinendampf entlässt, sofern einmal die Betriebsmaschine allein schon zu viel Dampf für die Destillation liefern sollte.

Die Dämpfe treten, nachdem dieselben die Maischesäule durchströmt haben, in den rektifizirenden Dephlegmator *E* ein, welcher aus einzelnen Abtheilungen, von deren Anzahl die Alkoholstärke des Produktes abhängt, aufgebaut ist. Jede Dephlegmator-Abtheilung besteht, wie oben, aus einem quadratischen gusseisernen Kasten, in welchen Messing-Kühlrohre wagerecht eingelegt sind; jedoch ist die Anordnung so vereinfacht worden, dass die zur Rektifikation dienenden Porzellankugeln in den zwischen den Rohren befindlichen Räumen Platz finden. Die Rohre, durch welche das Kühlwasser fliesst, sind von aussen sichtbar und können jederzeit während des Betriebes ohne Weiteres von Schlamm und Wasserstein gereinigt werden. Denselben wichtigen Vorzug haben die senkrechten Kühlrohre im S p i r i t u s k ü h l e r *J*, dessen Mantel, anschliessend an die Lagerung der Kühlrohre, die Form des regelmässigen Sechsecks hat.

Die beschriebenen Apparattheile arbeiten jeder für sich, sowie mit einander derart genau und zuverlässig, dass bei ganz automatischem Betriebe die Spiritusstärke und die Entgeistung der Schlempe immerwährend sich gleich bleiben. Die Arbeit des Führers besteht einzig darin, Störungen von aussen fern zu halten, also hauptsächlich dafür zu sorgen, dass Maische, Dampf und Kühlwasser genügend vorhanden sind.

Wenn demnach eine weitere Beaufsichtigung des Betriebes entfällt, so ist anderseits die Prüfung desselben jederzeit leicht auszuführen, denn es sind beim Apparate eine Anzahl Vorrichtungen vorhanden, welche über die Wirksamkeit jedes einzelnen Theiles fortlaufend genaue Auskunft geben.

Ein D a m p f m a n o m e t e r gibt Aufschluss über die Arbeit des Dampfregulators; den Maischestrahl sieht man offen in den Apparat laufen, und eine Skala zeigt an, ob derselbe die richtige Grösse hat; der Spiritusstrahl wird durch ein A l k o h o l o m e t e r und ein T h e r m o m e t e r gemessen; der S c h l e m p e p r o b e r liefert fortwährend und in einzig richtiger Weise ein Destillat aus der Schlempe, welches durch Alkoholometer und Thermometer die kleinste Spur von Alkoholgehalt anzeigt.

Die übrigen Vorzüge des Automaten fasst der Konstrukteur wie folgt zusammen: Verstopfungen und sonstige Störungen sind absolut ausgeschlossen; Spiritus von gleichmässiger Güte; geringster Dampf- und Wasserverbrauch; grünspanfreie Schlempe; billiger Preis; grösste Dauerhaftigkeit, da der Automat zum überwiegenden Theile aus Gusseisen besteht. Die Haltbarkeit des Gusseisens, dessen grundsätzliche Anwendung zum Apparatenbau zuerst 1873 von I l g e s eingeführt worden ist, hat sich inzwischen erwiesen; denn die ältesten

dieser Apparate stehen noch in gutem Betriebe, wenn auch während der ersten Jahre einzelne Theile, und zwar immer dieselben, ersetzt werden mussten. Es hat sich herausgestellt, dass bei fast allen Theilen des Apparates ein Gusseisen von richtiger Mischung das haltbarste aller verwendbaren Metalle ist und nur bei wenigen Theilen diese Eigenschaft dem Messing zuerkannt werden kann. In Verwerthung dieser Erfahrung wird nunmehr jeder einzelne Theil des Automaten aus dem für denselben passenden Metall hergestellt und hierdurch dem Apparat eine Dauerhaftigkeit gegeben, welche diejenige eines kupfernen wesentlich übersteigt.

Der Apparat bedarf zur Darstellung von Spiritus von

	90	93	94 % Tr.
noch	1	2	3 Dephlegmatorabtheilungen.

In der Stunde lassen sich 700 bis 10 000 l Maische abdestilliren. Der erhaltene Spiritus enthält wenig Fusel.

Aehnlich ist der zweitheilige Automat von Ilges eingerichtet. Durch Anbringung einer besonderen Luttersäule (neben der Destillirsäule), ferner eines Temperaturregulators und eines Fuselölabscheiders ist ihm die Darstellung eines fuselölfreien Feinsprits von 95,5 % Vol.-% in einer Operation (ohne besondere Rektifikation) gelungen (s. S. 545).

Sonstige Konstruktionen von Destillirapparaten [1]).

Ausser den genannten Apparaten sind noch neuerdings zahlreiche andere konstruirt worden, die zeigen, dass die deutschen Konstrukteure jetzt auch mit den Destillirapparaten den Weltmarkt erobern, wie ihnen dies schon längst mit dem Bau von Maischapparaten gelungen ist; thatsächlich werden alteingebürgerte Apparate, an welche das Ausland sich gewöhnt hatte, von deutschen Destillirapparaten verdrängt. Dieselben können hier indessen nur kurz angeführt werden; betreffs Zeichnung und näherer Beschreibung folgender Apparate sei auf die 4. Auflage des Handbuches der Spiritusfabrikation von M. Märcker verwiesen.

a) Der Wernicke'sche Apparat (A. Wernicke, Halle a. S.) ist eine in sehr grossem Maassstabe ausgeführte Konstruktion des Kolonnenapparates mit verschiedenen Vorrichtungen zur gleichmässigen und vollständigen Entgeistung sehr grosser Maischmengen behufs Herstellung eines sehr hochprozentigen Destillates. Derselbe hat sich hauptsächlich in den österreichisch-ungarischen Grossbrennereien eingeführt.

b) Der Hecht'sche Apparat unterscheidet sich von den üblichen Kolonnenapparaten hauptsächlich durch die Konstruktion seiner Destillirsäule. Diese besteht nicht aus Kammern mit Ueberfallrohren, sondern aus trichterförmigen Scheidewänden, die sich zu einer engeren Oeffnung verjüngen. Diesen Trichtern entsprechen umgekehrte Kegel, auf deren Mantel die Maische aus dem darüber liegenden Trichter fliesst, um von dort herabströmend wieder auf einen Trichter zu gelangen. Die Konstruktion ist gewählt, um Verstopfungen, welche bei dem Savalle'schen Systeme gelegentlich vorkommen, unmöglich zu machen.

c) Der Salzmann'sche Destillirapparat zur Erzielung einer konzentrirten Schlempe entgeistet die Maische nicht durch direkte Dämpfe, sondern durch Heizflächen. Seine Konstruktion soll gut sein, aber er hat an Interesse verloren, weil in Deutschland jetzt ohnehin dick eingemaischt wird und der Betrieb durch die Steuergesetzgebung so eingeschränkt ist, dass leider an Stelle des früheren Schlempeüberflusses ein Mangel an diesem werthvollen Futtermittel eingetreten ist.

d) Die Konstruktionen von Weigel-Neisse beziehen sich haupt-

---

[1]) Aus dem Handbuch der Spiritusfabrikation von M. Märcker (6. Auflage, Berlin 1894, S. 709).

[illegible] auf die Herstellung sehr wirksamer Rektifikationskolonnen und Dephlegmatoren mit grossen Kühlflächen und sind als gut anerkannt.

e) Die Apparate von Schmidt-Nauen sind in Oesterreich-Ungarn weit verbreitet und liefern bei grösster Leistungsfähigkeit ein sehr hochgradiges Produkt, wie es durch die dortigen Steuerverhältnisse gefordert wird. Sie sind im Wesentlichen gut ausgebildete Savalle'sche Kolonnenapparate mit einer ausserordentlich wirksamen Rektifikation und Dephlegmation.

f) Die sehr wirksamen und leistungsfähigen Blasenapparate von Nedwig.

g) Der Destillirapparat von Ostrowski-Posen unterscheidet sich dadurch von anderen Apparaten, dass seine eigenthümliche Rektifikation und Dephlegmation nicht über oder neben der Destillirsäule, sondern innerhalb dieser befindlich ist.

h) Das Prinzip Galland beruht auf einer Destillation und Rektifikation im luftverdünnten Raum, wodurch eine ganz besonders vollkommene Trennung des Alkohols von den Nebenprodukten erreicht werden soll. Ob sich dasselbe bewährt hat, ist nicht bekannt.

i) Der Apparat von Richard Luhn in Haspe (D.R.P. Nr. 52440).

k) Der Apparat von Bondy (D.R.P. Nr. 53443). Der Apparat von Julius Frommel (D.R.P. Nr. 53700).

l) Apparat zur Destillation und Rektifikation von François Haeck (D.R.P. Nr. 57169).

m) Rektifikations- und Destillirapparat von Barbet (D.R.P. Nr. 58733).

n) Apparat zur Erzielung eines feinen hochgradigen Sprits direkt aus der Maische von Alfred Bandholz (D.R.P. Nr. 58741).

o) Neue Maisch- und Destillirkolonne für kontinuirlichen Betrieb von W. Paalzow, Reval.

p) Destillir- und Rektifikationsapparat mit schraubenförmigen Arbeitsflächen von Burghardt (D.R.P. Nr. 58790).

q) Verfahren und Apparat zum Abkühlen und Erwärmen von Robert Ilges (D.R.P. Nr. 55666).

r) Destillations- und Rektifikationsapparat mit wagerechter Anordnung von Savalle (D.R.P. Nr. 64428).

s) Destillirapparat von Dick mit Helmkühlung (D.R.P. Nr. 68416).

t) Verdampf- und Destillirapparat der Maschinenfabrik Grävenbroich (D.R.P. Nr. 68567) etc.

Raffinirung des Rohspiritus.

Der Rohspiritus enthält ca. 75 bis 95 Vol.-% Alkohol und neben Wasser und anderen Alkoholen Essigsäure-, Buttersäureäther, Acetal, ferner noch Furfurol, Aminbasen etc.

Während einige dieser unter dem Namen Fuselöl zusammengefassten Bestandtheile durch Nebengährungen und Absterben von Hefe entstehen oder aus den Rohstoffen in das Destillat gelangen, dürfte die Bildung anderer (Aldehyd, Aether etc.) auf mangelhafte Konstruktion der Apparate zurückzuführen sein.

Das Fuselöl des Kartoffel- oder Maissprits hat im Gegensatz zu dem aus Wein, Obst oder Korn erhaltenen einen unangenehmen Geruch und Geschmack und enthält vorzugsweise Amylalkohol neben Propyl-, Isopropyl-, Butyl- und Isobutylalkohol. Das Fuselöl aus Kornsprit enthält dagegen neben etwas Amylalkohol Oenanthäther: dasjenige des Melassensprits besteht aus Aethern der Capron-, Caprin- und Caprylsäure etc.

Die Raffinirung erfolgt meist in besonderen Fabriken.

Die Entfernung des Fuselöls findet statt durch

1. Filtration allein oder verbunden mit nochmaliger Destillation (Rektifikation);

2. Traube und Bodländer's Verfahren;
3. Bang und Ruffin's Verfahren;
4. Andere Verfahren.

Anhangsweise ist das Ilges'sche Verfahren anzuführen, Feinsprit in einer Operation aus Maische zu destilliren.

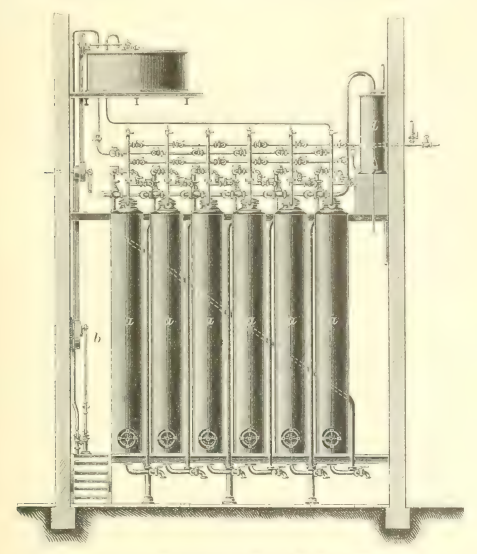


Fig. 230. Filterbatterie von Venuleth & Ellenberger.

1. a) Filtration. Wenn man den Rohsprit durch Holzkohle filtrirt, so absorbirt dieselbe das Fuselöl; hierzu muss jedoch der Spiritus auf 25 bis 40 Vol.-%, entsprechend seinem Gehalt an mehr oder weniger Fuselöl, verdünnt werden und möglichst frisch geglühte Holzkohle verwendet werden.

Während die kleineren Betriebe in Bottichen filtriren, die etwa 200 kg Holzkohle enthalten und 10 bis 100 Tage lang täglich 950 l Branntwein reinigen, gebrauchen die Rektifikationsanstalten besondere Batterien aus eisernen Cylindern, die mit nussgrossen Stücken frisch ausgeglühter Holzkohle gefüllt sind.

Eine Filterbatterie, wie sie Venuleth & Ellenberger (Darm-

st. lt) bauen, zeigt Fig. 230 (vergl. Zucker). Die Filter sind von Eisen, haben einen Durchmesser von 0,7 bis 0,9 m und eine Höhe von 4,5 bis 6 m; oben und unten sind sie mit Sieben und Mannlöchern versehen und enthalten Röhren nebst Hähnen, um Spiritus, Wasser und Dampf über die Kohle zu leiten. Nachdem der Spiritus in einem unter der Batterie liegenden Gefäss genügend verdünnt ist, wird er durch Pumpe *b* in das Speisereservoir *c* geleitet und durchdringt nach einander, von unten nach oben fliessend, die einzelnen Filter, worauf er in ein Sammel-

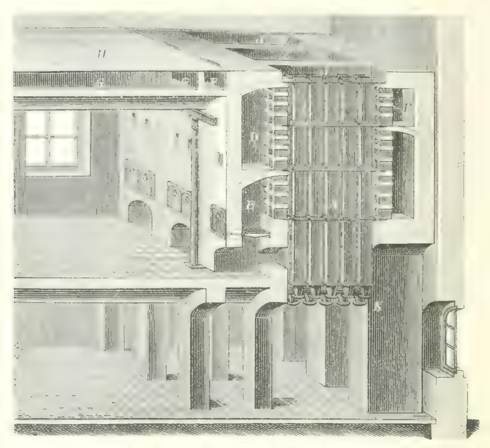


Fig. 231. Glühofen von C. Heckmann.

reservoir gelangt, das zu dem Rektifizirapparat führt: *d* ist ein Kühler mit Spiritusverschluss.

Vor dem Zutritt des Spiritus leitet man zunächst so lange Dampf durch die Batterie, bis kein Kondenswasser mehr abfliesst; der hierauf zugeführte Spiritus verdrängt den Wasserdampf und füllt die Poren der Kohle aus, in die ihm sonst die vorhandene Luft den Zutritt erschweren würde. Der Spiritus fliesst stets von unten in die am meisten gebrauchte Kohle und kommt vor dem Heraustreten aus der Batterie mit frischer Kohle in Berührung. Ist ein Filter unwirksam, so schaltet man es aus, lässt den Spiritus ablaufen, leitet Dampf ein und treibt das Destillat in den Kondensator, aus dem man einen durch Fuselöl milchig getrübten Lutter erhält. Beim Stehenlassen scheidet sich oben das Fuselöl ab; die alkoholische Flüssigkeit wird von Neuem

verarbeitet. Der entleerte Filtrircylinder wird mit neuer Kohle beschickt und als letztes Filter benutzt.

Nach Schultze gebraucht eine Fabrik zur Filtration von 236 702 Liter-% im Jahr 100 kg staubfreie Kohle.

Das Beleben der Kohle durch Ausglühen erfolgt in besonderen Glühöfen, von denen Fig. 231 eine Konstruktion von C. Heckmann (Berlin) zeigt.

Die Kohle wird in die eisernen Röhren *A* gefüllt, welche vom Ofen *B* geheizt werden. Die Heizgase umspülen die Mitte der Röhren in den Kanälen *C*, *D* und *E*, worauf sie in Kanal *F* und *G* unter der Darre *H* eintreten, auf welcher die eben aus dem Filter kommende Kohle in dünner Schicht getrocknet wird. Weiter gelangen die Gase in die Behälter *J*, in welchen sich stets getrocknete Kohle befindet und in welche die oben offenen Glühröhren münden.

Von Zeit zu Zeit wird im Betrieb die schon etwas abgekühlte Kohle durch Oeffnen der Schieber *K* aus dem unteren Theil der Glühröhren in einen sofort zu verschliessenden eisernen Cylinder abgelassen, worauf von oben aus *J* selbstthätig Kohle nachrutscht.

Nach Höper's Verfahren (Zeitschr. f. Spiritusind. 1885 747) erfolgt die Wiederbelebung der Kohle durch überhitzten Dampf.

Der filtrirte Branntwein enthält immer noch geringe Mengen Fuselöl, die ihn zu bestimmten technischen Zwecken, zu wissenschaftlichen Arbeiten etc. untauglich machen. Dagegen wird er häufig direkt zu Trinkbranntweinen benutzt und sogar dem aus rektifizirtem Sprit bereiteten Branntwein vorgezogen, da er nicht dessen faden Geschmack hat, sondern ein angenehmes Aroma [1]) zeigt.

b) Die Rektifikation erfolgt in besonderen Anstalten zur Herstellung eines völlig fuselfreien Sprits. Der auf 40 bis 50 Vol.-% Alkohol verdünnte Spiritus liefert bei der nochmaligen Destillation:

α) Vorlauf (insbesondere Aldehyd);

β) Rektifizirten Sprit:

αα) „Weinsprit“ und „Feinsprit“ mit 96 Vol.-% Alkohol,
ββ) „Primasprit“ . . . . . . „ 94 bis 96 „ „ .
γγ) „Sekundasprit“ . . . . . „ 90 „ 92 „ „ .
δδ) „Alkohol“ . . . . „ 88 „ 90 „ „ ,
εε) „Lutter“ . . . . unter 88 „ „ .

γ) Nachlauf (insbesondere Gährungsamylalkohol).

Der sogen. Alkohol wird mit dem Rohspiritus verarbeitet. In der Blase bleibt Wasser und Fuselöl zurück.

Die Rektifikationsapparate zeigen im Wesentlichen die Einrichtung der Destillationsapparate, doch ist der Betrieb, da fraktionirt wird, kein ununterbrochener. Ferner wendet man wesentlich grössere Destillationsblasen (von 40 000 l Inhalt und mehr) an und muss viel vorsichtiger arbeiten. Die Rektifikationskolonnen sind entweder mit Kapseln und Glocken, ähnlich wie in Fig. 224, oder mit Sieben, ähnlich wie in Fig. 225, versehen.

Grosse Bedeutung haben die von D. Savalle fils & Co., Paris,

---

[1]) Beim Lagern erhält der filtrirte Kartoffelbranntwein den eigenthümlichen Geruch des Kornbranntweins und wird daher auch als Weizenbranntwein in den Handel gebracht.

konstruirten Rektifizirapparate gefunden, von denen Fig. 232. eine typische Konstruktion darstellt.

In der Figur bedeutet: *A* die Destillirblase, die mit verdünntem Rohsprit gefüllt und mit Dampf geheizt wird; *B* die Rektifikationssäule, die mehrere Kammern mit Siebböden enthält; unter einander stehen diese durch Ueberlaufröhren in Verbindung; *C* den Kondensator; *D* den Kühler; *E* den Dampfdruckregulator; ihn passirt der Dampf, bevor er in die Heizschlange tritt; *F* Spiritusablauf; *G* ein Dampfzutrittrohr, um am Ende der Destillation das rückständige Fuselöl abzutreiben.

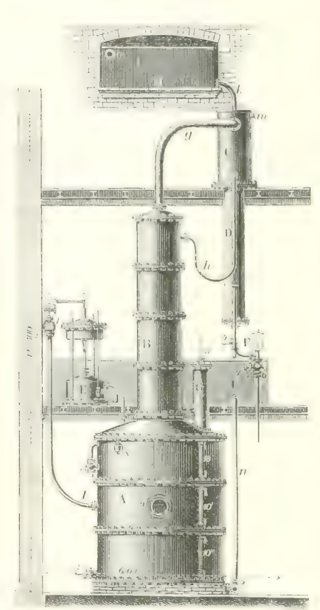


Fig. 232. Rektifikationsapparat von D. Savalle fils & Co.

Nach Angaben der Firma lassen sich 500 bis 20000 l Feinsprit per 24 Stunden abtreiben.

2. J. Traube und G. Bodländer (D.R.P. Nr. 41207; 53486; vergl. Ch. Z. **1887**. 1397; **1890**. 1538; ferner Z. f. Spiritusind. **1888**. Nr. 27, 49; **1889**. 34, 35; **1891**. Ber. üb. d. Generalversammlg.; ferner Ber. d. kaiserl. Gesundheitsamtes 1890 d. Ch. Z. Rep. **1889**. 266; **1890**. 113) entfuseln den Rohspiritus, indem sie 40 l desselben (von ca. 80 %) bei 20 bis 40° mit einer Lösung von 30 bis 40 kg Natriumkarbonat oder Ammoniumsulfat in 1 hl Wasser mischen. Es entstehen zwei Schichten, von denen die obere die Hauptmenge des Fuselöls neben etwas Alkohol enthält, während in der unteren sich nur wenig oder gar kein Fuselöl befindet. Die obere Schicht wird abgelassen und der Prozess eventuell wiederholt, worauf der Alkohol zur völligen Entfernung des Fuselöls rektifizirt wird.

An Stelle des Natriumkarbonats werden auch Lösungen anderer Salze benutzt; für technische Zwecke hat sich Pottasche am besten bewährt, die gleichzeitig die vorhandenen Säuren neutralisirt und die Aldehyde verharzt; man wendet sie als Lösung vom SG. 1.2 bei 80 %igem Alkohol an und setzt 1 Thl. desselben 4 Thle. Salzlösung zu, wonach auf 60 bis 70° erwärmt wird.

Den geeigneten Apparat, wie ihn die Braunschweigische Maschinenbauanstalt herstellt, zeigt Fig. 253.

Die ganz aus Eisen konstruirte Blase *A* ist stets bis etwa zur Hälfte mit wässeriger Pottaschelösung gefüllt. Diese Blase *A* steht durch das Rohr *a* in Verbindung mit dem Rohspiritusbehälter. Man pumpt nun in die durch eine in der Blase befindliche Dampfschlange erwärmte Pottaschelösung die erforderliche Menge Rohspiritus ein und beobachtet alsdann, nachdem man vermittelst des kleinen Rührwerks *b*

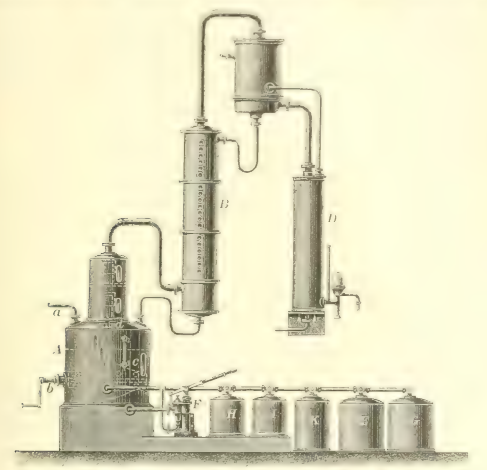


Fig. 253. Rektifikationsapparat für das Verfahren von Traube und Bodländer.

für eine gute Mischung der Flüssigkeit Sorge getragen hat, wie sich oben in der Höhe der Glasaugen *c* eine kleine Flüssigkeitsschicht absondert, welche schon durch ihre dunkle Färbung und ihren üblen Geruch zu erkennen gibt, dass sie einen grossen Theil der Fuselbestandtheile gelöst enthält. Diese etwa 75 % des Fuselöls enthaltende obere Schicht wird mittelst eines an einer Spindel vertikal beweglichen Abzugstrichters *d* von dem vorgereinigten Gemenge von Sprit und Pottaschelösung getrennt und gelangt durch eine entsprechende Rohrleitung in einen grösseren Behälter *E*. Sodann werden in das in der Blase befindliche Gemenge von Sprit und Pottaschelösung abermals geringe Mengen von Rohspiritus eingepumpt, es sondert sich sofort von Neuem eine Flüssigkeitsschicht ab, die weitere in der Blase zurückgebliebene Unreinheiten entfernt. Auch diese Schicht gelangt in den

Behälter *E*, und so kann ein einziger Mann innerhalb 40 bis 50 Minuten ohne die geringste Schwierigkeit in geeigneter Weise 3- bis 4mal dieselbe Schichtenbildung hinter einander wiederholen, um schon vor der Destillation möglichst vollständig die Unreinheiten des Vor- und Nachlaufs zu entfernen. Zu der Erzeugung der dritten und vierten Schicht benutzt man sehr zweckmässig die geringen Mengen Vor- und Nachlauf, welche bei der Destillation selbst entstehen, in einem der mit dem Kühler verbundenen Behälter *H* und *J* aufbewahrt werden und vermittelst der kleinen Handpumpe *F* zur Erzeugung der Schichten auf die Blase gepumpt werden können. Nach genügender Ansammlung der fuselöligen Schichten in dem Behälter *E* werden diese noch stark sprithaltigen Schichten abermals auf die Blase gepumpt, um das Fuselöl noch weiter zu konzentriren; die bei dieser Verarbeitung abgeschiedene erste Schicht gelangt als ein bereits konzentrirtes Fuselöl in den mit *G* bezeichneten grösseren Behälter.

Die eigentliche Destillation erfolgt in gewöhnlicher Weise mit Hilfe der relativ kleinen Kolonne *E*, des Kondensators *C* und Kühlers *D*. Die Trennung des Sprits von der stets von Neuem zu benutzenden Pottaschelösung vollzieht sich mit auffallend geringem Dampfverbrauch, der Sprit geht bei relativ wenig Kolonnenböden sehr hochprozentig über, der sonst vorhandene Rektifikationsverlust fällt hierzu nahezu vollständig weg, und die gegenüber der gewöhnlichen Rektifikation ausserordentlich verringerten Mengen Vor- und Nachlaufs werden durch nochmalige Verwendung zur Schichtenbildung in erwähnter Weise vollständig in Feinsprit und Fuselöl zerlegt.

Die Ausbeute soll bei diesem Raffinationsverfahren 98 bis 99% fuselfreien Feinsprit betragen; dagegen liefert die Kohlefiltration und Rektifikation nur 85 bis 90% Feinsprit.

Nach Sell (Arb. a. d. kaiserl. Gesundheitsamt Berlin 6. Heft 1) werden durch das Traube'sche Entfuselungsverfahren nur ca. 40% der im Rohsprit enthaltenen Fuselöle entfernt. Der grosse Vortheil des Verfahrens besteht darin, dass, nach Ausführung der Schichtenbildung als vorbereitender Operation, mittelst einfacher Rektifizirkolonne ohne wesentliche Verluste ein völlig aldehydfreier und fuselfreier Spiritus gewonnen werden kann.

3. Bang und Ruffin's Verfahren wird viel in Frankreich und Belgien zur Reinigung des Rübenspiritus verwendet. Der Rohspiritus wird bis zur stark alkalischen Reaktion mit Natronlauge versetzt, um die Aldehyde in harzartige Stoffe und die Säuren in Salze zu verwandeln. Nach einiger Zeit wird dann die überschüssige Lauge mit Schwefelsäure abgestumpft, die Flüssigkeit bis auf 30% Alkoholgehalt oder stärker verdünnt und der so vorbereitete Spiritus mit Kohlenwasserstoffen, welche über 100° sieden, extrahirt.

Ueber die technische Ausführung macht L. Liebermann (Ch. Z. 1889, 829, 870, 889) nachstehende Angaben: Der Rohspiritus wird aus den Fässern in grosse Ständer aus Eisenblech gepumpt, welche oben mit einer weiten verschliessbaren Oeffnung versehen sind. Man setzt Natronlauge zu und mischt mit Hülfe langer Stangen die Flüssigkeiten so lange, bis eine herausgenommene Probe stark alkalische Reaktion zeigt. Hierauf lässt man 2 bis 3 Tage stehen. Dann wird der mehr oder weniger gelb gefärbte Spiritus in ein grosses, aus Eisen-

blech gefertigtes Reservoir *A* (Fig. 234) gepumpt, dort mit Wasser so lange verdünnt, bis eine herausgenommene Probe am Alkoholometer 28 bis 30° oder weniger zeigt, und dann mit verdünnter Schwefelsäure bis zur neutralen oder schwach sauren Reaktion versetzt. Das Durchmischen der Flüssigkeiten geschieht immer mit langen Stangen. Nun beginnt die Extraktion mit Petroleum. Die Saug- und Druckpumpe *P* saugt das Petroleum aus dem Gefäss *F* und drückt es durch das Rohr *R* in das Reservoir *A*. Das Rohr *R* ist bei *T* mit Löchern zum Durchtritt und zu besserer Vertheilung des Petroleums versehen. Der Spiritus wird von unten nach oben vom Petroleum durchstrichen, sammelt sich oben an und fliesst bei *B* in ein kaskadenförmig angeordnetes System von Gefässen, welche zur Regeneration des Petroleums dienen, mit Ausnahme von *B'*, welches zum Aufsaugen von etwa überfliessendem Spiritus bestimmt ist. *C* enthält Wasser und dient zum

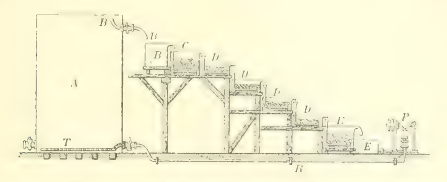


Fig. 234. Apparat zur Reinigung des Rübenspiritus nach Bang und Ruffin's Verfahren.

Waschen. Die mit *D* bezeichneten Kästen sind mit Bleiplatten ausgekleidet und enthalten mit konzentrirter Schwefelsäure benetzte Glassplitter. Hier findet die Regeneration des Petroleums statt. *E* enthält alkalisches Wasser zur Neutralisation der vom Petroleum aufgenommenen Schwefelsäure. In *F* fliesst das gereinigte Petroleum, von wo es mit Hülfe der Pumpe *P* wieder ins Reservoir *A* gelangt.

Diese Art von Extraktion wird so lange fortgesetzt, bis der Spiritus seinen unangenehmen Geruch verloren hat, was in der Regel mehrere Tage dauert und wovon man sich durch Entnahme einer Probe durch einen seitlich am Gefäss *A* angebrachten Hahn überzeugt. Der extrahirte Spiritus wird nun in ein im Rektifikationsraum aufgestelltes Reservoir gepumpt und fliesst von da in den Destillationsapparat.

Nach eingehender Prüfung des Verfahrens kommt L. Liebermann zu dem Ergebniss, dass die Wirkung des Verfahrens auf die einzelnen Gruppen jener Körper, welche die Verunreinigungen des Rohspiritus bilden, keine gleichartige ist. Unzweifelhaft übt es aber einen grossen Einfluss auf die Verminderung jener unbekannten flüchtigen Stoffe, welchen der unangenehme Geruch des Rübenspiritus zuzuschreiben ist, und ist nach dieser Richtung in der That geeignet, den Spiritus wesentlich zu verbessern. Die Ursachen dieser Wirkung können verschiedene sein. Es ist möglich, dass dabei dem Petroleum wirklich eine wesentliche, unmittelbare Rolle zukommt, aber auch nicht ausgeschlossen, dass es nicht so sehr das Petroleum ist, welches

wirkt, sondern die Tage lang dauernde ununterbrochene Agitation des Spiritus. Es ist fraglich, ob dasselbe Resultat nicht auch ohne Petroleum, etwa durch zweckmässig geleitete Lüftung etc., zu erreichen wäre.

Sehr unvollkommen erweist sich das Verfahren, ebenso wie alle anderen, für die Entfernung der Aldehyde. Eine nennenswerthe Verminderung derselben findet überhaupt erst dann statt, wenn ihre Menge ausserordentlich gross ist. Auch dann ist nicht das Ausschütteln mit Petroleum das Wirksame, sondern das Ansäuern der stark alkalischen Flüssigkeit, da sich hierbei verharzte Aldehyde in Flocken ausscheiden und dann wohl mechanisch fortgeführt werden.

Die Mehrkosten des Verfahrens sollen 0,3 Frank für 1 hl betragen und ein nennenswerther Alkoholverlust nicht eintreten. Wenn in Frankreich und Belgien die Ausbeute an raffinirtem Alkohol eine hohe genannt wird, so liegt dies nach Liebermann daran, dass man dort schon dann einen Alkohol als raffinirt bezeichnet, wenn er nicht unangenehm nach Rüben riecht.

Noch vollkommener als Bang-Ruffin's Apparat soll nach Squire (Ch. Soc. Ind. 1889. 8. 441; Ch. Ind. 1889. 442) ein von Bowick 1887 konstruirter Apparat arbeiten, in welchem die Fuselöle durch Kohlenwasserstoffe vom Siedepunkt ca. 300° extrahirt werden.

Als eine Kombination der beiden Verfahren von Traube-Bodländer und von Bang-Ruffin erscheint eine von C. Schmitt zur Gewinnung von hochprozentigem Weingeist angegebene Methode, bei welcher eine Destillation nicht nöthig sein soll.

4. Andere Verfahren. Ausser durch Kohle und Petroleum oder dergl. hat man noch mit Oelen, geschmolzenem Fett, Seife etc. das Fuselöl zu entfernen gesucht.

Von chemisch wirkenden Körpern sind Alkalien, Schwefelsäure, Essigsäure, Salpetrige Säure etc. vorgeschlagen worden, obwohl dieselben eine Veränderung der höheren Alkohole nicht bewirken können. Auch mit Fehling'scher Lösung ist gearbeitet worden.

Oxydationsmittel, wie Salpetersäure, Chromsäure, Chlorkalk, Superoxyde, wirken insofern schädlich, als sie eher den Aethylalkohol als die höheren Alkohole oxydiren. Es entstehen auf Kosten des Aethylalkohols Aether, die den Geruch des Fuselöls verdecken; beim Lagern kehrt ausserdem der fuselige Geruch im oxydirten Alkohol wieder zurück.

Ozon wird nach Eisenmann (Muspratt S. 628; Z. f. Spiritusind. 1882. 75) zum Entfuseln verwendet, indem man durch den heissen Branntwein von 50° einen Strom ozonisirter Luft bläst und die Dämpfe in einem Kondensator verdichtet. Eine Verbesserung des Branntweins dürfte nicht nur auf die Bildung von Amylessigäther aus dem zu Essigsäure oxydirten Aldehyd zurückzuführen sein, sondern auch auf die gleichzeitige Durchlüftung des heissen Branntweins.

Ueber eine Kritik der Reinigungsverfahren vergl. auch Sell (Ueber Branntweine, Berlin 1888).

5. Herstellung von Feinsprit direkt aus Maische. Wie [illegible] ausführt, geht mit der üblichen Destillation und Rektifikation eine Verschlechterung des Materials Hand in Hand, da in normaler Maische die Gährungsprodukte in reinerer Form als in Rohspiritus

enthalten sind: insbesondere fehlen in ersterer die leichtflüchtigen Aldehyde und Aether. Durch die Gegenwart atmosphärischer Luft im Kühler findet im Rohspiritus Aldehydbildung statt; ferner entstehen schwer zu beseitigende Riechstoffe.

Eine weitere Verunreinigung findet durch die Rektifikation statt: denn wenn die besseren Rektifikationsprodukte („Weinsprit", „Primasprit" und „Feinsprit") nach ihrer mühseligen Trennung wiederum mit dem „Sekundasprit", dem sogen. „Alkohol", dem Vorlauf und dem Nachlauf zusammengegossen werden, so entsteht eine bedeutend unreinere Mischung, als sie der verarbeitete Rohspiritus darstellt.

Diese Thatsachen erklären sich nach Ilges durch die verfehlten Konstruktionen der zur Verwendung kommenden Apparate, wodurch u. A. Zersetzungen der Bestandtheile des Fuselöls entstehen. In weit höherem Maasse noch als in den Maischedestillirapparaten jeder Art kommen die Zersetzungen in den Rektifizirapparaten vor. Einen Rektifizirapparat bezeichnet Ilges als einen primitiven Blasenapparat von ausserordentlicher Grösse, in dessen einziger Blase der Rohspiritus 48 Stunden lang gekocht wird. Sämmtliche Bestandtheile des Rohfuselöls, darunter auch mehrere Säuren, werden 2 Tage lang unausgesetzt verdampft, niedergeschlagen, unzählige Mal wieder verdampft und wiederum verflüssigt, so dass für alle nur möglichen chemischen Einwirkungen volle Zeit und Gelegenheit geboten ist.

Der Feinspritautomat soll nun diese Uebelstände vermeiden, indem er unmittelbar aus der Maische die darin enthaltenen flüchtigen Bestandtheile, nämlich Aethylalkohol und Rohfuselöl, unverändert und von einander getrennt gewinnt. Die Aufgabe wird erfüllt durch ein neues Destillationsverfahren, welches gestattet, das im Apparat aus den Dämpfen niedergeschlagene Fuselöl zu sammeln und schleunigst in ununterbrochenem Strahle aus dem Apparate zu entfernen, so dass Zersetzungen desselben nicht vorkommen können.

Wenn kräftig wirkende Dephlegmatoren und Rektifikatoren vorhanden sind, so ist es bei Beginn des Abtriebes nicht schwierig, das Fuselöl aus den Alkoholdämpfen so vollständig niederzuschlagen, dass in den Kühler nur reinste Feinspritdämpfe eintreten. In den gewöhnlichen Brennapparaten jedoch reichert sich im Laufe des Abtriebes das Fuselöl, welches nicht besonders ausgeschieden wird und auch weder mit der Schlempe noch mit dem Lutterwasser in bemerkenswerther Menge austreten kann, derart im Apparate an, dass dasselbe in das Produkt übergeht und ausserdem die Bildung von Zersetzungsprodukten veranlasst. Anders ist es im Feinspritautomaten: hier ist das in den oberen Abtheilungen des Dephlegmators niedergeschlagene Fuselöl in dem sehr alkoholstarken Lutter gelöst. Am unteren Ende des Dephlegmators angekommen, kann jedoch der Lutter, da er viel schwächer geworden ist, in einen Zustand versetzt werden, worin er Fuselölbläschen ausscheidet. Dieser Zustand wird hervorgebracht durch Innehaltung einer bestimmten Alkoholstärke resp. einer bestimmten Siedetemperatur des Lutters; hierzu dient der Temperaturregulator, der den Lutter bei dessen Austritt aus der Dephlegmatorsäule in die für die Fuselölausscheidung günstigste Siedetemperatur versetzt und darin erhält. Die Aufgabe, das aus dem Lutter abgesonderte konzentrirte Fuselöl aus dem Apparate zu entfernen, fällt dem Oelscheider (Fuselöl-

abscheider) zu. Die Konstruktion des Apparates, der von Gebr. Sachsenberg, Rosslau a. E., gebaut wird, ist im Wesentlichen folgende (vergl. Fig. 235):

Der Maischezuflussregulator *G* ist eine grosse Balkenwaage, welche dem Apparate einen immerfort gleich grossen Strahl Maische zuwägt. Die Bewegungen

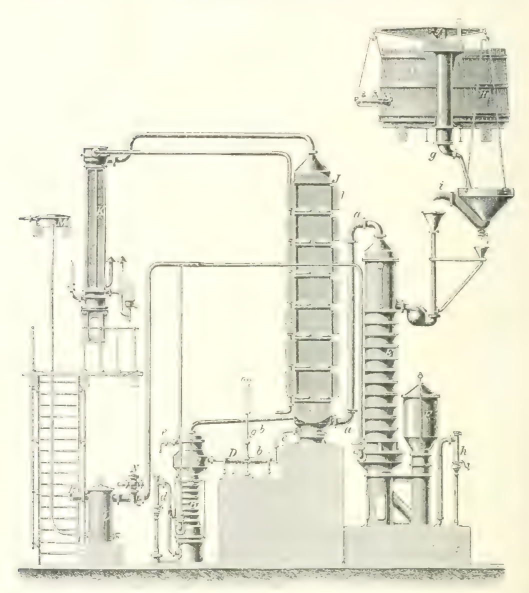


Fig. 235. Feinspritapparat von Ilges.

des Waagebalkens stellen ein im Standrohre befindliches Ventil ein, durch welches ein Strahl Maische aus dem Maischebehälter *H* in die Maischeschale einläuft, während an einem dort angebrachten Ueberlaufe *i* ein anderer Strahl in das Trichterrohr der Maischesäule *E* fliesst. Die Waage kommt zur Ruhe, wenn bei einer bestimmten Belastung der Gewichtsschale die Maischeschale im Gleichgewichte, nämlich bis zu einer bestimmten Höhe, mit Maische gefüllt ist. Einer bestimmten Höhe des Maischespiegels am Ueberlaufe *i* entspricht aber auch eine bestimmte Grösse des überfliessenden Maischestrahles, so dass ein bestimmtes Gewicht eine bestimmte Menge Maische liefert. Der Regulator arbeitet so genau, dass schon so winzige Mengenunterschiede wie 1% des Maischestrahles durch die entsprechenden kleinen Gewichtsunterschiede sicher hervorgebracht werden.

Die Maischesäule *E* und der Schlempenregulator *F* sind im Prinzip wie in Fig. 229 eingerichtet. Die austretende Schlempe wird durch den Schlempeprober *h* auf ihre Entgeistung geprüft.

Der Dampfregulator *L M N*, welcher die Heizdämpfe für die Maischesäule *E* und die Luttersäule *B* liefert, hat gegen früher die Aenderung erfahren, dass die beweglichen Theile in das untere Gefäss *L* verlegt sind, wodurch die Stopfbuchse, durch welche hindurch früher die Einstellung des Dampfregulirventils *N* bewerkstelligt werden musste, fortgefallen ist und die Genauigkeit der Einstellung gewonnen hat.

Die Luttersäule *B*, welche den im Lutter verbliebenen Rest von Alkohol zu destilliren hat, ist ähnlich wie die Maischesäule zusammengesetzt. Ueber dem Auslaufe des Lutterwassers befindet sich, entsprechend dem Schlempeprober *h*, der Lutterprober *d*, welcher über die richtige Entgeistung des Lutters Aufschluss gibt.

Die in der Maischesäule und in der Luttersäule entwickelten Dämpfe treten durch die Rohre *a* und *b* in den Untersatz *A* der Dephlegmatorsäule *I* ein, durchströmen letztere und gehen weiter zum Kühler *K*. Jede Abtheilung des Dephlegmators ist ein gusseiserner viereckiger Kasten, worin wagerecht und reihenweise gelagerte und in zwei Wände eingedichtete Kühlrohre sich befinden. Innerhalb der Rohre fliesst das Kühlwasser, und die Zwischenräume derselben sind mit Porzellankugeln angefüllt, so dass die kräftigste Dephlegmation und Rektifikation der Dämpfe abwechselnd stattfindet.

Das Kühlwasser läuft von Rohrreihe zu Rohrreihe abwärts mit Hülfe der angeschraubten Wasserkasten *l*; da sich in letztern nach aussen offene Ueberläufe befinden, so liegen alle Kühlrohre so frei da, dass dieselben während des Betriebes ohne Weiteres gereinigt werden können. Denselben Vorzug haben die senkrechten Kühlrohre des oben offenen Kühlers *k*, welche jederzeit von oben mit der Bürste durchgestossen werden können.

Der aus der Dephlegmatorsäule austretende Lutter läuft durch das Rohr *c* und das wagerechte Doppelrohr *b* des Temperaturregulators *D* in den Oelscheider *C* und von hier weiter durch die Luttersäule. In *b* überträgt der durchfliessende Lutter seine Temperatur auf eine kleine dort eingeschlossene Menge Alkohol, wodurch die Alkoholdämpfe entwickelt werden, deren mit der Luttertemperatur steigender und fallender Druck Quecksilber in das Standrohr *g* mehr oder minder hoch hinaufdrückt. Da in dem Quecksilber eine Spindel schwimmt, welche ihre Bewegungen auf den Hebel einer Drosselklappe überträgt, und da die Drosselklappe in einer Kühlwasserrohrleitung eingeschaltet ist, so kann man die Einrichtung so einstellen, dass z. B. bei steigender Luttertemperatur mehr Kühlwasser zum Dephlegmator gelangt, wodurch hier ein stärkerer Niederschlag gebildet und somit die Luttertemperatur erniedrigt wird. Bei sinkender Luttertemperatur findet der umgekehrte Vorgang statt, so dass durch dieses Spiel die beabsichtigte Festhaltung der Luttertemperatur innerhalb sehr enger Grenzen auf die einfachste und sicherste Weise vollkommen erreicht wird.

Der in den Oelscheider *C* eintretende Lutter befindet sich in Folge der vorangegangenen Einwirkung des Temperaturregulators in dem für die Fuselölausscheidung günstigsten Zustande. Der Oelscheider enthält, abgesehen von der mitten hindurchführenden Luttersäule, zwei von unten kommunizirende und oben offene Räume, welche vom Lutter nach einander durchflossen werden. Da der Lutter, welcher in den ersten Raum eintritt, im zweiten oben frei zur Luttersäule überläuft, so stehen in beiden Räumen die Flüssigkeitsspiegel anfangs gleich hoch, nämlich in Höhe des Ueberlaufes; sobald aber im ersten Raume die Fuselölbläschen nach oben sich abzusondern und dort eine geschlossene Fuselölschicht zu bilden beginnen, steigt letztere in Folge ihres geringeren spezifischen Gewichtes höher hinauf und erreicht schliesslich einen Hahn, aus dem es kontinuirlich in konzentrirtem Zustand ausfliesst.

Die Vorzüge des Apparates[1]) sind nicht nur die Ersparung der Rektifikation und Filtration, sondern man gewinnt auch ausserdem nur ein Destillat, den werthvollen reinsten Feinsprit von 95,5 Vol.-%,

---

[1]) Vergl. auch Hayduck, Zeitschr. f. Spiritusind. 1890, Nr. 49. P. Kyll (Köln) bestreitet, dass der Automat „Feinsprit“ liefert, da der Aldehyd nicht entfernt ist (Zeitschr. f. Spiritusind. 1894, Nr. 8).

und als Nebenprodukt das gut bezahlte, steuerfrei erhaltene und als Brennmaterial zu benutzende Fuselöl; auch die Ausbeute ist grösser, da der Verlust von ca. 2.5 % bei der Rektifikation erspart wird. Der Apparat wird für einen Abtrieb von 1000 bis 10000 l per Stunde hergestellt.

Spiritusablauf und Alkoholmesser.

Der aus dem Kühler kommende Spiritus fliesst in den sogen. Spiritusablauf, Fig. 236 (Konstruktion von C. Heckmann, Berlin), von *a* nach *d* über *e* nach *c*. Eine Glasglocke verhütet die Verdunstung des Alkohols, ein in *e* eingetauchtes Aräometer *f* zeigt die Stärke des Spiritus an.

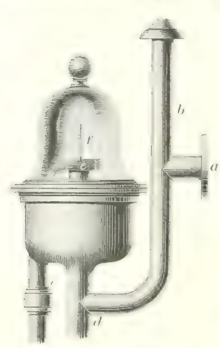


Fig. 236.
Spiritusablauf von C. Heckmann.

Das Destillat wird zur steueramtlichen Kontrole in besondere eiserne Sammelgefässe geleitet, die gewöhnlich den in 8 bis 10 Tagen produzirten Spiritus aufnehmen können.

Wo keine Sammelgefässe aufgestellt sind, dient der Siemenssche Alkoholmesser und Probenehmer zur Kontrole von Menge und Gehalt des destillirten Spiritus.

Der Siemens-Spirituskontrolmessapparat (nach „Vorläufige Bestimmungen zur Ausführung der Reichsgesetze, betreffend die Besteuerung des Branntwein." Berlin 1887), Fig. 237 und 238, registrirt automatisch die Menge des Spiritus, der ihn durchfliesst, sowie den Gehalt desselben. Der ersten Aufgabe entspricht eine aus drei Fächern (*I*, *II*, *III*) bestehende Messtrommel von 20 l Gesammtinhalt. Um eine richtige Mischung der Destillate von verschiedener Konzentration zu erzielen, fliesst der Spiritus von *R* durch die beiden Steigrohre *a* und *b* zum Schwimmertopf *A* und hierauf durch zum Rohr *i* in die hohle Messtrommelachse *D*. Diese verlässt er durch den Schlitz r_1 und verdrängt die Luft aus Fach *I* durch Röhrchen p_1 (Fig. 238). Sobald das erste Fach gefüllt ist, dringt der Spiritus durch Schlitz r_2 nach Fach *II*, wodurch eine Drehung der Trommel erfolgt: Fach *II* gelangt in die vorher von Fach *I* eingenommene Stellung, und letzteres wird durch Oeffnung s_2 in den Trog *C* entleert, aus dem der Spiritus durch Rohr *G* abfliesst. In ähnlicher Weise wiederholt sich das Spiel fortwährend, und die Anzahl der Drehungen der Trommelachse wird durch ein Zählwerk aufgezeichnet.

Um weiterhin die Menge des reinen Alkohols in dem Destillat zu ermitteln, ist der Schwimmer *p* vorgesehen, der an einer Blattfeder *Q* befestigt ist und um so höher steigt, je alkoholärmer der Spiritus ist. Die Bewegungen des Schwimmers resp. der Feder werden auf einen Stosshebel *ST* übertragen, der sich um *z* dreht und am Ende einen Stahlstift *x* trägt; die mehr oder weniger tiefe Stellung desselben entspricht also einem geringeren oder grösseren Alkoholgehalt des Brannt-

weins. Der Stahlstift x wird zum Eingriff mit der gezahnten, kurvenartig gekrümmten Scheibe X gebracht, welche den einen Hebelarm eines Winkelhebels bildet. Der andere Hebelarm H enthält oben eine Rolle V; dieselbe bewegt sich auf einer kleeblattartig geformten Scheibe R (in der Figur zum Theil punktirt gezeichnet), die auf der Trommelachse befestigt ist. In Folge dessen legt H resp. X einen Weg nach rechts und links zurück, wenn die Trommel sich dreht. Der Bewegung des Winkelhebels XH folgt das sogen. Alkoholzählrad R, das nur nach links und nicht nach rechts mitgenommen wird und seine Drehungen auf das Alkoholzählwerk überträgt.

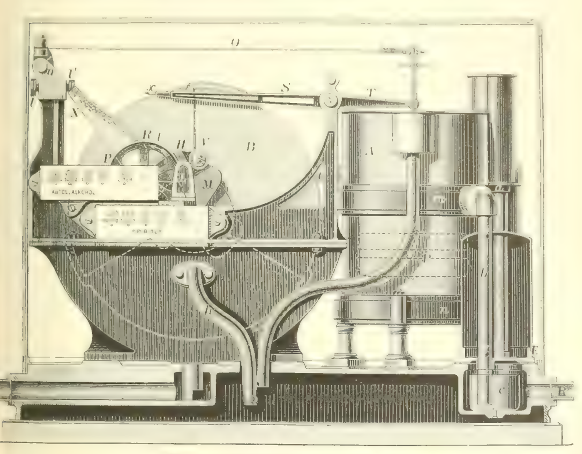


Fig. 237. Siemens-Spirituskontrolmessapparat.

Diese Drehungen von R resp. der Ausschlag von X wird nun durch die Stellung des Stiftes x beeinflusst [1]): ist hochgrädiger Spiritus in A und steht x daher hoch, so ist der Ausschlag von X nach rechts gross; entsprechend gross ist der Weg beim Zurückgang nach links (wenn Rolle V in M wieder in die Höhe geht) resp. die Drehung, die das Alkoholrad R und mit ihm das Zählwerk macht.

Um die Dichtemessung des Branntweins von der Temperatur unabhängig zu machen, ist der Schwimmer mit einer Flüssigkeit gefüllt, die sich stärker ausdehnt als Branntwein von durchschnittlicher Stärke,

[1]) Die Kurve auf X ist derart gestaltet, dass sie bei einer Drehung des Winkelhebels XH um 36° vom Stift x berührt wird, wenn der Schwimmertopf A mit 100%oigem Alkohol gefüllt ist.

und sind die Wandungen so dünn, dass sie der Ausdehnung der Flüssigkeit nachgeben. — Der Alkoholmesser wird in der Regel nur in Brennereien verwendet, die durch einmalige Destillation der Maische Branntwein von wenigstens 40 % Alkohol herstellen.

Der Siemens'sche Probenehmer misst fortlaufend in ähn-

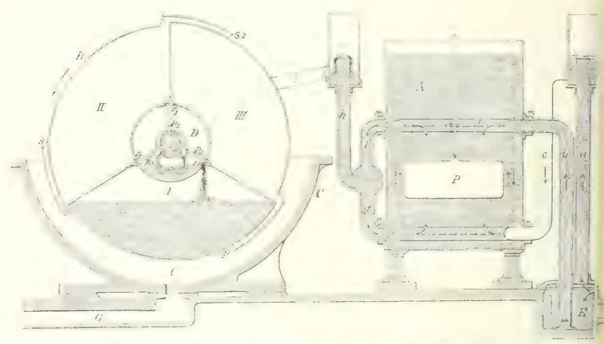


Fig. [illegible]. Siemens-Spirituskontrollmessapparat. Durchschnitt.

licher Weise wie beim Messapparat das Volumen des destillirten Branntweins und sondert gleichzeitig in einen, nur der Steuerbehörde zugänglichen Kasten ständig Proben ab. Der Apparat wird im Allgemeinen in solchen Brennereien benutzt, deren Destillate durchschnittlich weniger als 40 % Alkohol enthalten. Aehnliche Apparate, von Beschorner, Dolainski und Prick konstruirt, sind in Oesterreich-Ungarn in Gebrauch (vergl. Possanner, Landwirthschaftliche Gewerbe).

Die Schlempe

ist die durch Destillation von Alkohol befreite Maische und enthält daher alle Bestandtheile des Maisch- und Hefengutes, soweit dieselben nicht durch die Gährung verändert resp. als Kohlensäure, Alkohole etc. entfernt sind. Es finden sich daher neben Schalen und Hülsen, Eiweiss, unvergohrenem Zucker noch Milchsäure, Essigsäure, Bernsteinsäure, Glycerin etc. vor. — Die innerhalb weiter Grenzen schwankende Zusammensetzung der Schlempe ist im Durchschnitt folgende:

Gattung der Schlempe	Wasser	Mineralstoffe	Stickstoffhaltige Stoffe	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktivstoffe	Fett
Kartoffelschlempe .	95,4	0.5	1.0	0.6	2,8	0,2
Roggenschlempe .	90,1	0.5	2.0	0.9	5.9	0.9
Maisschlempe . .	90,6	0,5	2.0	1.0	4.9	1,0
Melasseschlempe .	92,0	1.7	1.7		[illegible]	

Die Menge der Schlempe beträgt per 100 l Maischraum ca. 110 bis 120 l; bei Anwendung der mit Lutterabscheidungsvorrichtungen versehenen Destillirapparate beträgt die Menge ca. 90 bis 100 l.

Als Futtermittel wird die Kartoffel- und Getreideschlempe benutzt, und zwar vorzüglich für milchproduzirende Thiere. Bei Verfütterung grösserer Mengen treten in Folge des hohen Wassergehaltes der Schlempe verschiedene Störungen im Gesundheitszustand der Thiere auf und die Milch wird ärmer an Nährstoff.

Man ist daher zur Trocknung der Schlempe geschritten. Eine bewährte Einrichtung von Venuleth & Ellenberger (Darmstadt) ist in Fig. 239 und 240 abgebildet.

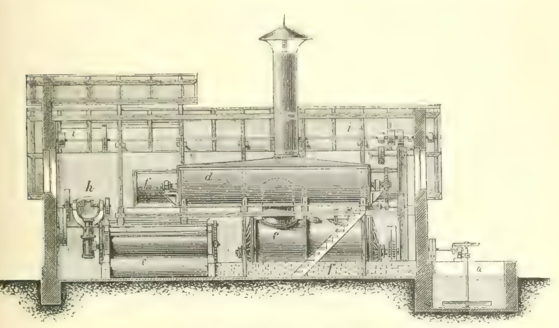


Fig. 239. Einrichtung zum Trocknen der Schlempe. Aufriss.

Die Trocknung der Schlempe erfolgt in drei Operationen:

1. Eindickung der 90 bis 95 % Wasser enthaltenden Schlempe zu einem Brei mit 65 bis 75 % Wassergehalt.

2. Verwandlung dieses Breies in eine mehlartige Masse mit 25 bis 35 % Wasser.

3. Gänzliche Trocknung der mehlartigen Masse.

Die erste Eindickung bewirkt der mit Dampf geheizte Verdampfapparat *c* und der Eindickapparat *d*; und zwar wird der Schlempedampf des Verdampfapparates *c* zum Heizen des Eindickapparates *d* verwendet; eventuell können auch beide Apparate mit Abdampf einer Maschine geheizt werden. Anbrennen oder Ankleben der Schlempe ist durch die Anordnung der rotirenden, aus Taschen, Röhren etc. bestehenden Heizflächen der Apparate ausgeschlossen.

Die völlige Trocknung findet statt in dem Walzenapparat *e* und den Nachtrockenmulden *ff*. Geheizt wird der Walzenapparat *e* mit direktem Dampf und die Nachtrockenmulden *ff* mit dem Abdampf der Dampfmaschine, ferner mit Schlempedampf aus dem Verdampfapparat *c* oder mit direktem Dampf.

Der Betrieb gestaltet sich folgendermassen: Die flüssige Schlempe wird aus dem Bassin *a* durch die Pumpe *b* in den Verdampfapparat *c* gepumpt und eingedampft; nachdem sie dickflüssig geworden ist, wird

sie durch den Dampfüberdruck in den Eindickapparat *d* gepresst und zu einem Brei verdickt, der nach Bedarf in den Walzenapparat *e* geleitet wird. Hier wird der Brei in feuchtes Mehl verwandelt, welches in die Mulde *f* rieselt, wo es getrocknet und gekühlt wird. Die trockene Schlempe wird in Säcke gepackt.

Da die Apparate kontinuirlich arbeiten, hat man nur die Dampfventile nach den Angaben der Manometer und den Gang der Pumpe zu reguliren. Schaugläser ermöglichen die Beobachtung der Arbeit.

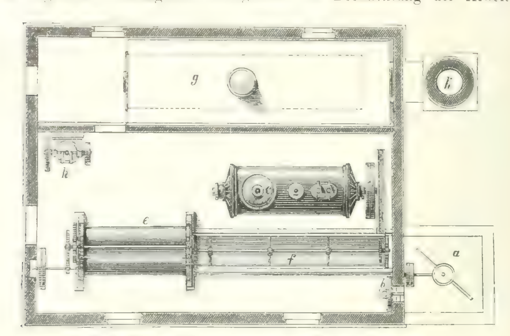


Fig. [illegible]. Einrichtung zum Trocknen der Schlempe. Grundriss.

Den Unterschied in der Zusammensetzung nasser und trockener Schlempe zeigt folgende Tabelle:

Gattung	Unterschied	Wasser %	Asche %	Rohproteïn %	Rohfaser %	Stickstofffreie Wasserstoffe %	Rohfett %
Weizenschlempe	Nass	89,20	0,20	1,40	0,30	8,30	0,60
	Getrocknet	11,39	8,74	28,88	8,60	33,85	8,54
Roggenschlempe	Nass	91,10	0,50	1,90	1,00	5,20	0,30
	Getrocknet	10,81	4,65	23,07	4,02	51,56	5,89
Maisschlempe	Nass	90,60	0,40	1,80	1,00	5,20	1,00
	Getrocknet	11,12	6,50	21,44	10,54	38,96	11,44
Hefenschlempe (Mais, Roggen, Darrmalz)	Getrocknet	13,94	7,28	23,43	8,78	34,35	12,22
Kartoffelschlempe	Nass	93,90	0,50	1,20	0,70	3,50	0,20
	Getrocknet	7,83	16,40	23,08	8,60	40,54	3,55

Als Vortheile des Verfahrens wurden angeführt:

a) Man kann den Betrieb verdoppeln, ohne mehr Vieh aufstellen zu müssen; die Apparate der meisten Brennereien reichen hierzu aus.

wodurch sich die Generalunkosten (Amortisation, Arbeitslohn etc.) verringern.

b) Man kann unter Gewinnung des Futters als Trockensubstanz Materialien brennen, die sonst zu theuer sind, z. B. Weizen, Roggen, Mais etc.

c) Man kann eventuell in kürzerer Zeit die dem Verderben oder einem Stärkeverluste ausgesetzten Materialien (Kartoffeln, Mais etc.) verbrauchen.

d) Man kann durch das Trocknungsverfahren so viel Kraftfutter gewinnen, dass ein Zukauf anderer Kraftfuttermittel absolut unnöthig wird, und bringt ausserdem noch eine werthvolle Handelswaare auf den grossen Markt.

Das Vorhandensein eines Trockenapparates bietet der Brennerei das wirksamste Mittel, die Schlempe nie unter Werth fortgeben zu müssen.

Eigenartig ist ein Verfahren zur Gewinnung und Konservirung der festen Bestandtheile, das neuerdings A. Fesca & Co. in Berlin patentirt worden ist (D.R.P. Nr. 72 694). Es beruht auf der Abscheidung der festen Bestandtheile durch Ausschleudern der Schlempe in Centrifugen mit durchlöcherter Trommelwand. Frühere Versuche in dieser Richtung hatten zu einem Misserfolg geführt, da die schleimigen Schlempebestandtheile das Sieb der Trommel in kurzer Zeit undurchlässig machten, so dass der Prozess unterbrochen werden musste. Dieser Uebelstand wird von Fesca & Co. dadurch umgangen, dass in der Schleuder ausser dem in der Lauftrommel befindlichen fein durchlochten, mit Filterzeug überspannten Einlagesieb noch ein in dem Innenraum der Trommel angeordnetes Fasermaterial angewendet wird, das gleichzeitig als Futtermittel geeignet ist, so dass die festen Schlempebestandtheile, indem sie sich von der Flüssigkeit trennen, sich einerseits zunächst an das faserige Material ansetzen, ohne sofort die Trommelfilterwand zu verstopfen, und andererseits nicht von dem faserförmigen Material getrennt zu werden brauchen, sondern mit demselben in getrocknetem Zustande ein nährkräftiges, haltbares Futtermittel bilden. Als solches faserförmiges Material hat sich Heu- oder Strohhäcksel, überhaupt jedes Rauhfuttermittel als sehr geeignet erwiesen, da ein solches Material die zu reinigende Flüssigkeit nicht aufsaugt, sondern nur die darin suspendirten Körper an seiner Oberfläche zurückhält. Man erreicht auf diese Weise den Vortheil, dass die festen aus der Schlempe abgeschiedenen Theile mit dem Rauhfuttermaterial bezw. mit dem Heu- oder Strohhäcksel ein Gemisch bilden, welches ein sehr nahrhaftes Viehfutter darstellt und sich jahrelang aufbewahren lässt, ohne zu verderben oder an Nährstoff zu verlieren.

Brennereianlagen.

Zur Erläuterung des Obigen folgen hier (nach Zeichnungen der Braunschweiger Maschinenfabrik) die Dispositionspläne:

1. einer Spiritusfabrik zur täglichen Verarbeitung von 3500 kg Mais (Fig. 241 und 242). Es bedeutet: *A* Kesselhaus; *B* Apparatraum; *C* Hefekammer; *D* Quellraum; *E* Hausflur; *F* Malzkeller; *G* Gährraum; *H* Getreidelager; — *1* Dampfkessel; *2* Maisdämpfer; *3* Maischapparat; *4* Exhaustor; *5* Maischkolonne; *6* Lutterkolonne; *7* Kondensator; *8* Dampfmaischpumpe; *9* Süssmaischpumpen; *10* Wasserpumpen; *11* Malzquetsche; *12* Dampfmaschine; *13* Transmission;

14 Getreideaufzug; 15 Wasserreservoir; 16 Wendeltreppe; 17 Holztreppen; 18 Gährbottiche; 19 Hefenbottiche; 20 Mutterhefengefässe; 21 Gerstenquellstöcke; 22 Schornstein;

2. einer Spiritusraffinerie für eine Produktion von 10000 l Feinsprit à 96 bis 97 % Tr. in 24 Stunden (Fig. 243 und 244). Es zeigt: *A* Kesselhaus; *B* Apparatraum; *C* Filtration; *D* Glühraum. — *a* Spiritusblase; *b* Kolonne;

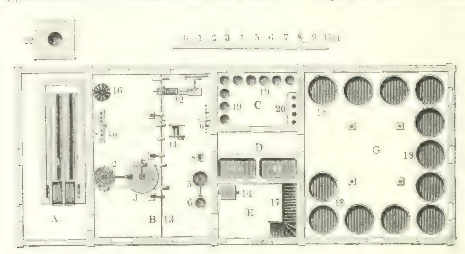


Fig. 241. Dispositionsplan einer Spiritusfabrik.

Kondensator; *d* Kühler; *e* Wasserreservoir; *f* Filterdruckbassin; *g* Filtratbassin; *h* Filtergefässe; *i* Treppen; *k* Glühofen; *l* Darre; *m* Dampfkessel; *n* Schornstein; *o* Wendeltreppe; *p* Dampfwasserpumpe.

Den Betrieb einer Kartoffelbrennerei veranschaulicht folgendes Schema nach Ost (Lehrbuch S. 476):

100 kg Kartoffeln von 20 % Stärke werden im Henze gedämpft und ausgeblasen — 4 kg Gerste gemalzt = 5,5 kg Grünmalz

Die Kartoffelmaische wird mit 3 kg Grünmalz ←— bei 60 bis 65° im Vormaischbottich verzuckert

2,5 kg Grünmalz (eventuell gedarrt) werden bei 65 bis 70° gemaischt

bei 50° gesäuert

auf 17 bis 20° abgekühlt; mit Mutterhefe zur Gährung

Stellhefe zur Hauptmaische | Mutterhefe (10 bis 16 %) für die nächste Hefezucht

angestellt mit Stellhefe ←—— Hauptmaische

Gährung

Destillation

12 l Spiritus von 100 % | 150 l Schlempe mit 9 kg Trockensubstanz

Eigenschaften des Alkohols. Der bei der Rektifikation erhaltene Feinsprit ist noch nicht völlig wasserfreier Alkohol und kann auch nicht durch Wiederholung der Destillation vom Wasser befreit werden, vielmehr muss man zur Gewinnung von völlig reinem, absolutem Alkohol die Flüssigkeit mit wasserentziehenden Körpern, wie Chlorcalcium, Aetzkalk etc. behandeln, und dann nochmals destilliren.

Der absolute Alkohol ist leichtflüssig und wasserklar, riecht angenehm und schmeckt scharf brennend. Ueber die physiologische Wirkung s. weiter unten beim Bier.

Das spezifische Gewicht ist bei

0	10	15	20	30°
0,80625	0,79788	0,79367	0,78945	0,78096

Der Siedepunkt ist bei 760 mm Druck 78,4°; der Erstarrungspunkt liegt bei —130°.

Aus der Luft zieht der Alkohol Wasser an; ferner entzieht er anorganischen und organischen Stoffen Wasser. Beim direkten Mischen mit Wasser tritt eine Kontraktion ein, die beim Zusammentreten von 52,3 Vol. Alkohol und 47,7 Vol.

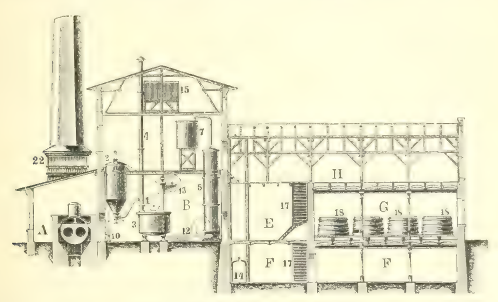


Fig. 242. Dispositionsplan einer Spiritusfabrik.

Wasser am grössten ist, und zwar 3,77 Vol.-% beträgt (das Gesammtvolumen ist 96,23 und nicht 100). Die Kontraktionen bei Mischungen von verschiedenem Alkoholgehalt stellte Gay-Lussac fest.

Alkoholgehalt der Mischung (Vol.-%) bei 15°	Kontraktion in Prozenten des Volumens der Mischung	Alkoholgehalt der Mischung (Vol.-%) bei 15°	Kontraktion in Prozenten des Volumens der Mischung
100	0,00	45	3,64
95	1,18	35	3,14
85	2,47	25	2,24
75	3,19	15	1,20
65	3,61	5	0,31
55	3,77		

Handelssorten. Rohspiritus und rektifizirter Spiritus zeigten nach Szilágyi (Ch. Z. 1888. 66) folgende Zusammensetzung. (Der Fuselölgehalt ist nach der Röse-Herzfeld'schen Methode bestimmt.)

Qualität des Rohspiritus	Farbe	Reaktion	Alkoholgehalt		Fuselölgehalt in 100 Thln. der Flüssigkeit	Fuselölgehalt in 100 Thln. absol. Alkohol
			Vol.-%	Gew.-%		
Kartoffelrohspiritus .	farblos	neutral	92,5	89,04	0,305	0,3279
Rübenrohspiritus . .	gelblich und nach längerem Stehen scheidet sich Satz ab	schwach sauer	85,8	80,50	0,6656	0,793
Mais-Kartoffelrohspirit.		neutral	86,0	80,74	0,312	0,3629
Maisrohspiritus . . .	gelblich	dto.	87,0	81,95	0,1800	0,2068
Rübenrohspiritus . .	dto.	schwach sauer	83,9	78,10	0,6861	0,8178
Melasserohspiritus . .	dto.	dto.	86,5	81,35	0,324	0,3745
Kartoffelrohspiritus .	farblos	neutral	93,0	89,71	0,2387	0,2566

Qualität des Sprits	Farbe	Reaktion	Alkoholgehalt		Fuselölgehalt in 100 Thln. der Flüssigkeit	Fuselölgehalt in 100 Thln. absol. Alkohol	Bemerkungen
			Vol.-%	Gew.-%			
Sekunda-Sprit .	farblos	neutral	96,2	93,4	0,0199	0,0206	Aldehydreakt. deutlich
Gewöhnl. Sprit .	dto.	dto.	96,2	93,4	0,0	0,0	Aldehydspuren
Prima-Sprit . .	dto.	dto.	96,5	94,61	0,0	0,0	—
Weinsprit . .	dto.	dto.	96,5	94,61	0,0	0,0	—

Verwendung. a) Branntwein wird durch Mischen des Alkohols mit Wasser und Essenzen bereitet. Seitens des Kaiserlichen Gesundheitsamtes (Sell, Ueber Branntweine. Aus den Arb. a. d. K. Gesundh.-Amte 4. Berlin 1888) sind 265 Branntweinproben aus Deutschland untersucht worden. Der Alkoholgehalt bewegte sich zwischen 17,57 Gew.-% (21,58 Vol.-%) und 70,89 Gew.-% (77,68 Vol.-%). Der Fuselölgehalt betrug in 100 Thln. Flüssigkeit 0,0000 Vol.-% bis 0,5816 Vol.-%; in 100% Alkohol 0,000% bis 1,177 Vol.-%. Auch zur Bereitung von Liqueuren, Kunstweinen etc. wird viel Alkohol benutzt.

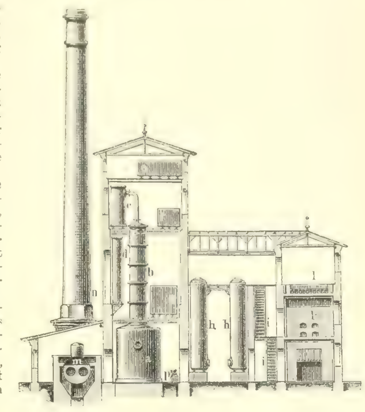
b) Der Alkohol ist ein gutes Lösungsmittel für Harze, ätherische Oele, verschiedene Salze, ferner für Jod, Schwefel etc. Er findet daher im grossen Massstab Verwendung zur Herstellung von Tinkturen, Extrakten, Lacken, Farblösungen etc. Durch Oxydation geht er zunächst in Aldehyd, dann in Essigsäure über (s. u.). Durch Einwirken von Salzsäure entsteht Aethylchlorid, von Chlor Chloral. Wird alkalihaltiger Alkohol mit Chlor oder Jod behandelt, so entsteht Chloroform resp. Jodoform. Aus Alkohol und Schwefelsäure entsteht der Aethyläther; mittelst Salpetersäure und Silbernitrat erhält man das Knallquecksilber.

c) Spiritus dient auch als Brennmaterial und in Verbindung mit den Strümpfen des Gasglühlichts als Beleuchtungsmaterial.

Untersuchung. 1. Untersuchung der Maische. Man prüft die süsse, sowie die vergohrene Maische auf ihren Gehalt an Extrakt vermittelst des Balling'schen Saccharimeters. Die an seiner Skala abgelesenen Zahlen geben natürlich nicht die durch einfache Gewichtsbestimmung nicht zu ermittelnde Menge des Zuckers an, zeigen auch nicht das spezifische Gewicht an, sondern den Gehalt einer Rohrzuckerlösung von demselben spezifischen

Gewicht: Liest man am Saccharimeter 20 Grade ab, so hat die Lösung dasselbe spezifische Gewicht wie eine 20%ige Rohrzuckerlösung, und man nennt sie 20%ige Maische.

Im Verlauf der Gährung sinkt das spezifische Gewicht der Maische. Diese Attenuation[1] entspricht der Menge des zersetzten Zuckers resp. des gebildeten Alkohols, ist ihr jedoch nicht völlig proportional.



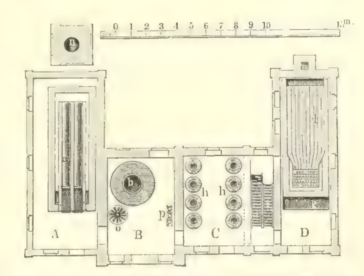


Fig. 243 u. 244 Dispositionspläne einer Spiritusraffinerie.

Als scheinbare Attenuation bezeichnet man die Differenz $(p - m)$ der Saccharimeteranzeigen in der süssen (p) und der vergohrenen, von Kohlensäure befreiten Maische (m).

Dagegen ist die wirkliche Attenuation die Differenz $p - n$, wenn n die Saccharimetergrade der von Alkohol befreiten und mit Wasser auf das ursprüngliche Volumen aufgefüllten Maische darstellen.

Als Vergährungsgrad wird das Verhältniss der Attenuation zur ursprünglichen Saccharimeteranzeige bezeichnet, und zwar unterscheidet man den scheinbaren Vergährungsgrad

$$\frac{p - m}{p}$$

vom wirklichen Vergährungsgrad

$$\frac{p - n}{p}$$

Mit Hülfe empirisch ermittelter Faktoren lässt sich aus den Saccharimeteranzeigen direkt der Alkoholgehalt (A) in der Maische feststellen, denn

$$A = (p - m)\,x,$$

$$x = \frac{A}{p - m};$$

führt man also einen quantitativen Destillationsversuch mit einer Maische aus, deren Saccharimetergrade vor und nach der Vergährung bekannt sind, so lässt sich x ein für allemal bestimmen.

[1] Der Werth der Attenuation wird vielfach in Zweifel gezogen; vergl. dagegen Stohmann in Muspratt 1. 334.

2. Die Untersuchung von mit Wasser verdünntem Alkohol findet mittelst besonders getheilten Aräometern, den Alkoholometern statt.

Begründer der Alkoholometrie ist Gilpin (1790); auf Grund seiner Versuche berechnete Tralles 1811 seine Tabellen, die später von Schubarth und Brix verbessert wurden.

Je nachdem die Aräometeranzeige die Volumen- oder Gewichtsprozente Alkohole in der zu untersuchenden Mischung anzeigt, unterscheidet man Volumen- und Gewichtsalkoholometer.

Die Normaltemperatur für die Bestimmungen nach Tralles und Brix ist 12⁴/₉° R. = 15⁵/₉° C. (60° Fahrenheit); nach Faraday 15° C. Dieselbe Temperatur (15° C.) wird bei den neuen deutschen steueramtlichen Bestimmungen der Gewichtsprozente Alkohol innegehalten.

Da es oft grosse Unbequemlichkeiten hat, den Alkohol auf die erforderliche Normaltemperatur zu bringen, so sind von Tralles, Brix, Fischern und Gay-Lussac besondere Tabellen aufgestellt worden, aus welchen die wahre Spiritusstärke zu entnehmen ist, wenn die scheinbare Spiritusstärke bei einer beliebigen Temperatur zwischen —10° bis +30° bekannt ist.

Wahre Spiritusstärke bei 15,56° (12⁴/₉° R.) nach den Angaben des Tralles-Alkoholometers bei verschiedener Temperatur in Volumprozenten von 41% ab.

Temperatur Reaumur	41	45	49	53	57	65	75	90
— 10°	51,7	55,2	58,8	62,5	66.2	73,7	82,9	96,0
— 4	49.0	52,7	56,4	60.1	63.9	71,5	81,0	94,6
0	47,0	50,8	54,6	58.5	62,3	70,0	79,7	93,7
4	45,1	49,0	52,9	56,7	60,6	68,5	78,3	92,6
8	43,1	47,1	51,1	55,0	58,9	66,9	76,7	91,4
12	41.2	45,2	49,2	53,2	57,2	65,2	75,2	90,1
16	39.2	43,3	47,3	51,4	55,5	63,5	73,7	88,9
20	37.2	41,3	45,4	49,6	53.7	61.8	72,1	87.6
24	35.2	39,3	43,5	47.6	51,8	59.9	70,3	86,1
28	33,2	37,3	41,5	45,7	49.9	58,2	68.7	84,7
30	32,2	36.3	40,5	44.7	48.9	57,3	67,8	83,9

Zur Umrechnung der Alkoholvolumprozente in Gewichtsprozente bei der Normaltemperatur von 15,56° C. dient folgende im Auszug mitgetheilte Tabelle:

Vol.-%	Gew.-%	Vol.-%	Gew.-%	Vol.-%	Gew.-%	Vol.-%	Gew.-%
1	0,80	15	12,15	30	24,69	50	42.52
5	4,00	20	16,28	35	28.99	60	52,20
10	8,04	25	20,41	40	33,39	69	61,42

Unter Reichhaltigkeit einer bestimmten Menge Spiritus von beliebiger Temperatur versteht man diejenige Volumenmenge absoluten Alkohols von Normaltemperatur, die derselbe enthält. Die Berechnung findet folgendermassen statt:

Es sei a die scheinbare Stärke des Spiritus bei beliebiger Temperatur α^0, so ist aus der obigen Tabelle die zugehörige wahre Stärke (b) zu entnehmen. Wenn nun s resp. s_1 die spezifischen Gewichte des untersuchten Spiritus bei der Normaltemperatur (12⁴/₉° R.) resp. der Arbeitstemperatur (α^0) sind, so ist[1])

$$V . s = 100 . s_1,$$

1) Links und rechts stehen in der Gleichung gleiche Gewichte.

wenn V das Volumen von 100 l des zu prüfenden Spiritus bei $12^{4}/_{9}{}^{0}$ R. ist, also

$$V = \frac{100 \cdot s_1}{s}.$$

Durch Multiplikation von V mit der wahren Spiritusstärke a ergiebt sich ohne Weiteres die **Reichhaltigkeit**; sie ist in Prozenten:

$$\frac{V \cdot a}{100} = \frac{a \cdot s_1}{s}.$$

Die in verdünntem Alkohol von bestimmtem Volumgewicht enthaltenen Mengen Wasser und absoluter Alkohol, sowie die Gewichte der Mischungen sind aus nachstehender, im Auszug gegebener Tabelle von **Brix** zu ersehen:

Volumgewicht des Spiritus bei $12^{4}/_{9}{}^{0}$ R.	Bei $12^{4}/_{9}{}^{0}$ R. enthalten 100 l Spiritus		Gewicht von 1 l Spiritus bei $12^{4}/_{9}{}^{0}$ R.
	Alkohol l	Wasser l	kg
1,0000	0	100,000	0,99783
0,9866	10	90,714	0.98146
0,9760	20	81,708	0,97388
0,9655	30	72,712	0,96340
0,9519	40	63,406	0,94983
0,9435	45	58,593	0,94145
0,9343	50	53,700	0,93227
0,9242	55	48,717	0,92219
0,9134	60	43,664	0,91142
0,9021	65	38,561	0,90014
0,8900	70	33,378	0,88806
0,8773	75	28,135	0,87540
0,8639	80	22,822	0,86202
0,8496	85	17,419	0,84776
0,8339	90	11,876	0,83209
0,8164	95	6,153	0,81463

Um einen bequemen Vergleich verschiedener Spiritussorten im Handel zu ermöglichen, ist der Begriff „**Literprozent**“ eingeführt worden, d. h. das Produkt aus der Anzahl der Liter und den Volumprozenten. Als Einheit gelten im Handel 10000 Liter-%, d. i. 100 l von absolutem, 100%igem Alkohol; 1 Liter-% sind 10 ccm absoluten, 100%igen Alkohols.

3. **Untersuchung von Mischungen, die neben Alkohol und Wasser noch andere Stoffe enthalten.** Die kleinen Mengen Farbstoff, die in **echtem Rum, Cognac** und **Arrac** vorhanden sind, beeinflussen die Richtigkeit der direkten Spindelung nicht in praktisch bemerkbarer Weise. Dasselbe gilt für die höheren Alkohole etc. (Fuselöl) im Rohspiritus.

1. Will man dagegen den Alkoholgehalt in Flüssigkeiten bestimmen, die erhebliche Mengen anderer Substanzen enthalten (Liqueure, Maische, Weine etc.), so ist es erforderlich, zunächst den Alkohol abzudestilliren [1]).

Wenn das Gewicht der zu untersuchenden Flüssigkeit a, dasjenige des Destillats b ist und der Alkoholgehalt im Destillat c Vol.-% beträgt, so ist derjenige der Flüssigkeit

$$\frac{a \cdot c}{b} \text{ Vol.-\% Alkohol } ^{2)}.$$

Man kann auch so verfahren, dass man das Volumen der zu prüfenden Flüssigkeit bestimmt und dann das Destillat auf dieses Volumen wieder mit Wasser

[1]) Ein geeigneter Apparat nach **Gay-Lussac**, zuerst von **Salleron** gebaut, kommt als **Alambic Salleron** in den Handel.

[2]) Denn $a : x = b : c$; $x = \frac{a \cdot c}{b}$.

[illegible] Eine Alkoholometerbestimmung giebt dann direkt den gesuchten Prozentgehalt an.

Um ein Uebergehen flüchtiger Säuren etc. zu verhüten, wird die Probe zunächst mit Natronlauge neutralisirt.

2. Eine andere Methode zur Bestimmung des Alkoholgehaltes von Flüssigkeiten beruht auf der Bestimmung des Siedepunktes derselben. Mit Hülfe einer empirischen Skala ergiebt sich aus dem bekannten Siedepunkt direkt der Alkoholgehalt der zu prüfenden Probe. Ein geeigneter Apparat (Ebullioskop) ist von Vidal-Malligand konstruirt und namentlich in Frankreich zur Untersuchung von Weinen, Bier und Liqueuren in Gebrauch; neuerdings wird der Werth des Instruments in Frage gestellt [1]).

3. Die Bestimmung des Alkoholgehaltes mittelst des Geissler'schen Vaporimeters begründet sich auf der verschiedenen Spannkraft der Dämpfe des Alkohols und des Wassers etc. Die zu prüfende Flüssigkeit (Wein, Bier etc.) muss erst durch Schütteln mit Kalk von Kohlensäure befreit werden. Ueber den Werth des Apparates gehen die Ansichten aus einander.

4. Nachweis von Fuselöl im Alkohol. a) Nach Röse [2]) schüttelt man den Spiritus in besonderen Gefässen mit Chloroform aus; man verwendet 100 ccm genau 50%igen Spiritus und 20 ccm Chloroform; die Temperatur soll in beiden Flüssigkeiten 15° betragen. Die Zunahme der Chloroformschicht lässt nach empirischen Daten einen Rückschluss auf die Menge des Fuselöls zu.

Die Chloroformschicht (in Kubikcentimeter) beträgt bei

reinem Alkohol	37,1
- - mit 1% Propylalkohol	38,1
- - - „ Amylalkohol	39,1

Stutzer und Reitmair haben das Verfahren insofern vervollkommnet, als sie den Spiritus mit wenig Natronlauge destilliren und das auf 30 Vol.-% gebrachte Destillat nach Zusatz von wenig Schwefelsäure ähnlich wie Röse prüfen.

b) Traube's Methode begründet sich darauf, dass die kapillare Steighöhe wässeriger Lösungen organischer Stoffe, welche einer homologen Reihe angehören, bei gleichem Prozentgehalte der Lösungen mit wachsendem Molekulargewicht des gelösten Körpers oft sehr beträchtlich abnimmt.

Die im Fuselöle in namhafter Menge vorkommenden Stoffe, wie Propyl- und Butylalkohole, die verschiedenen Aldehyde einschliesslich des Furfurols erniedrigen die Steighöhe stärker als der Aethyl-, aber weniger als der Amylalkohol. Etwaige Verschiedenheiten in der Zusammensetzung der Fuselöle resp. der Branntweine haben auf die Methode einen verschwindenden Einfluss.

Zur Ausführung der Methode benutzt man einen Apparat von folgender Konstruktion. Eine dünnwandige, möglichst enge Kapillarröhre ist an einer sehr feinen, in halbe Millimeter getheilten Skala befestigt. Die Skala endigt bei ihrem Nullpunkt in zwei Spitzen, welche mittelst eines auf Schrauben beweglichen Stativs genau auf die Flüssigkeitsoberfläche eingestellt werden. Die Kapillare kann leicht rein erhalten werden, wenn dieselbe nach jedem Versuche mit Wasser und Alkohol ausgespült und dann mittelst einer Saugpumpe ein durch Schwefelsäure getrockneter und gereinigter Luftstrom hindurchgesogen wird. Man saugt 2- bis 3mal die Flüssigkeit in der Kapillare empor und beobachtet einige Sekunden den Stand der unteren Meniskusoberfläche, nachdem die Flüssigkeit ihre Ruhelage eingenommen hat. Bei einiger Uebung und Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln ist es möglich, auch ohne Lupe 0,1 mm mit Sicherheit abzuschätzen.

Handelt es sich um die Untersuchung von Branntweinen, so ist bei dieser Methode zunächst nur dann eine vorherige Destillation erforderlich, wenn, wie etwa bei den Liqueuren, das spezifische Gewicht des Destillates wesentlich von dem des ursprünglichen Getränkes abweicht. Man bestimmt sodann mittelst der Mohr'schen Waage das spezifische Gewicht und bringt darauf den Branntwein mittelst einer Verdünnungstabelle zweckmässig auf 20 Vol.-%. Die Steighöhe, verglichen mit der des reinen Weingeistes von 20 Vol.-%, zeigt ohne Weiteres an

---

[1]) Salleron und Maumené (A. Ch. [5] 9. 486). Beschreibung des Apparates s. Muspratt 1. 696. — Kappeler (Wien) ist ein Ebullioskop 1887 patentirt worden (vergl. Posanner S. 575).

[2]) Die Methode hat sich in der Modifikation von Stutzer und Reitmair mittelst des Herzfeld'schen Apparates am besten bewährt; vergl. Sell, Ueber Branntweine. Berlin 1888.

einer empirisch hergestellten Skala den Gehalt des verdünnten Branntweins an Fuselöl an.

Hervorzuheben ist, dass ein Fehler in der Bestimmung des spezifischen Gewichts — selbst wenn derselbe 0,5 % Alkohol entspräche — doch kaum in Betracht kommt, da die Steighöhe von Spiritus mit einer Stärke von 20 und 20,5 Vol.-% sich nur um etwa 0,4 mm unterscheidet und diese Erniedrigung nur 0,05 % Fuselöl entspricht.

Es genügt daher die Bestimmung mittelst der Waage. Eine genaue Verdünnung auf 20 Vol.-% ist um so weniger nöthig, als auch selbst für 18- bis 22 %igen Spiritus die Steighöhenerniedrigungen dieselben sind wie für solchen von 20 Vol.-%. Man hat demnach an einer für letzteren Spiritus hergestellten empirischen Skala nur für je 1 % Alkohol etwa 0,9 mm in Anrechnung zu bringen.

Die Temperaturunterschiede bedingen gleichfalls nur eine sehr geringe Korrektion. Ueber den Vergleich mit der Röse'schen Methode s. Sell (l. c.).

Wirthschaftliches. Die Spiritusbrennerei ist ganz besonders dazu geschaffen, als landwirthschaftliches Gewerbe betrieben zu werden. Denn nicht allein verarbeitet sie Rohmaterialien, deren Transport oft zu theuer ist, zu werthvollen Produkten, sondern sie liefert auch in der Schlempe Abfallstoffe, die als ausgezeichnetes Futtermittel dem Viehstand zu Gute kommen, während die gesteigerte Düngerproduktion die Produktivkraft des Bodens erhöht und ihm zurückgibt, was ihm von der Pflanze entnommen wurde. (Die Kohlehydrate sind aus Kohlensäure und Wasser gebildet.)

Zahlreiche, in Städten als Grossindustrie betriebene Brennereien, die Schlempe nicht im eigenen Betrieb verwertheten, sind zu Grunde gegangen, insbesondere, weil mit dem Fallen der Spirituspreise der Preis des Rohmaterials nicht gleichen Schritt hielt. Hervorzuheben ist ferner, dass mit dem umfassenden Anbau des Rohstoffes, insbesondere der Kartoffeln, eine Bodenmelioration eintritt, welche die Grundrente steigert; so wird der Werth eines Gutes, welches Kartoffeln in seine Fruchtwechselwirthschaft aufnimmt, um 25 % gesteigert (Delbrück). Ein Gleiches gilt für Rüben (vergl. bei Zucker).

Produktion und Handel. Hauptproduktionsländer des Kartoffel- und Getreidespiritus sind in Europa Deutschland, Oesterreich-Ungarn und Russland. In Deutschland haben die Kartoffeln andere mehlige Stoffe, Getreide, Mehl, Stärke, weit in den Hintergrund gedrängt. Melassespiritus fabrizirt Frankreich in grösserer Menge; Mais verarbeiten namentlich die Vereinigten Staaten und exportiren viel davon nach Europa.

Im deutschen Branntweinsteuerverein betrugen nach Meyer (durch Laves in Schmoller's Jahrb. f. Gesetzgebung **11**. Heft 3, 4; vergl. auch Julius Wolf, Die Branntweinsteuer. Tübingen 1884) im Jahresdurchschnitt Produktion und Konsum in 1000 hl:

Jahre	Produktion	Export und industrieller Verbrauch	Trinkkonsum
1839 bis 1845	1651	80	1571
1846 bis 1856	1327	106	1221
1857 bis 1860	1681	261	1421
1861 bis 1870	2205	423	1782
1871 bis 1880	3178	496	2682
1881 bis 1885	3816	947	2869
1885/86	grösser als 4000	1000	grösser als 3000

Im Einzelnen seien für die Einzelbetriebe der deutschen Staaten folgende Angaben nach den offiziellen Erhebungen gemacht:

I. Zahl und Betriebsumfang der verschiedenen Gattungen von Brennereien.

Betriebsjahre. Zoll- und Steuer-Direktivbezirke. Jahresproduktion an reinem Alkohol	Zahl der Brennereien, welche hauptsächlich verarbeiteten: Kartoffeln		Getreide		Melasse Rüben	andere nicht mehlige Stoffe	Gesammtzahl der Brennereien	Hiervon wurden in Verbindung mit Presshefengewinnung betrieben	
	landwirthschaftliche	andere	landwirthschaftliche	andere				landwirthschaftliche	andere
1887/88	6 256	12	4 431	953	19	36 744	48 415	772	498
1888/89	5 137	8	3 866	981	18	55 642	65 652	741	516
1889/90	6 611	15	4 189	916	18	37 431	49 180	718	496
1890/91	6 364	24	5 075	903	26	45 374	57 766	703	476
und zwar 1890/91 in den Direktivbezirken:									
Ost- und Westpreussen .	571	-	2	7	—	2	582	2	7
Brandenburg u. Pommern	904	3	17	47	—	6	977	11	43
Posen und Schlesien . .	1 033	1	129	146	4	4	1 317	6	18
Uebr. preuss. Dir.-Bezirke	399	—	1 336	579	13	1 114	3 441	648	344
Zusammen Preussen	2 907	4	1 484	779	17	1 126	6 317	667	412
Bayern	956	3	694	12	–	3 596	5 261	2	9
Sachsen	556	—	14	11	—	7	588	—	7
Württemberg und Baden	1 582	17	2 803	35	3	20 691	25 131	4	11
Hessen	164	–	—	—	—	105	269	—	—
Thüringen, Braunschweig, Anhalt	129	—	34	9	6	1	179	1	2
Mecklenburg, Oldenburg, Lübeck	30	—	38	14	—	—	82	28	14
Bremen und Hamburg .	—	—	1	41	—	1	43	1	21
Elsass-Lothringen . . .	40	—	7	2	—	19 847	19 896	—	—
Im Jahre 1890/91 haben hergestellt:									
Bis 50 l	1 299	1	2 383	13	—	37 878	41 574	—	—
über 50 bis 100 l	251	3	575	2	—	4 650	5 481	2	1
100 bis 200	231	2	326	8	—	1 867	2 434	6	1
200 bis 500	237	7	230	33	—	645	1 152	9	9
500 bis 1 000	158	4	167	69	—	179	577	19	12
1 000 bis 2 000	216	-	226	111	-	83	636	39	24
2 000 bis 5 000	254		430	226	1	41	952	173	88
5 000 bis 10 000	332	1	356	140	-	17	846	202	87
10 000 bis 50 000	1 598	1	329	204	2	12	2 146	228	163
50 000 bis 100 000	1 161	1	38	39	2	1	1 242	19	38
100 000 bis 200 000	566	2	9	24	1	—	602	4	21
über 200 000	61	2	6	34	20	1	124	2	32
Gesammtzahl 1890/91	6 364	24	5 075	903	26	45 374	57 766	703	476
Die Gesammtproduktion der Brennereien hat betragen in 1000 hl:									
1887/88	2 527	8	157	270	75	21	3 058	91	237
1888/89	2 076	5	169	363	77	37	2 727	90	321
1889/90	2 517	15	163	347	84	19	3 145	92	318
1890/91	2 225	8	172	339	201	24	2 969	93	311

2. Die Branntweinbrennereien im Gebiet der gegenwärtigen Steuergemeinschaft¹) (des deutschen Zollgebiets ohne Luxemburg).

Materialverbrauch, Produktion und Kontingent²) der Brennereien.

Betriebsjahre. Zinsen- und Steuer-Direktivbezirke	Zahl der im Betrieb gewesenen Brennereien	Diese haben zur Branntweingewinnung verarbeitet: Kartoffeln	Getreide und andere mehlige Stoffe	Melasse, Rüben, Rübensaft	Wein, Weintrester, Weinhefe	Obst und Obsttrester	Brauereiabfälle und sonstige Stoffe	im Ganzen hergestellt an reinem Alkohol	eine zum niedrigeren Steuersatze zu verwendende Jahresmenge (Kontingent) an reinem Alkohol zugemessen erhalten von
		1000 Tonnen						1000 Hektoliter	
1887/88	48 415	2 009	305,0	27,7	385,0	112,5	316,1	3 058	1 936
1888/89	65 652	1 699	329,5	25,5	487,1	557,1	311,0	2 727	1 990
1889/90	49 180	2 084	331,6	28,0	279,1	157,6	248,0	3 145	1 977
1890/91	57 766	1 686	350,0	73,5	415,9	218,2	289,2	2 969	1 923
1891/92	59 789	—	—	—	—	—	—	2 948	—
und zwar 1890/91 in den Direktivbezirken:									
Ostpreussen	310	98	8,0	—	—	—	11,0	121	75
Westpreussen	272	158	10,6	0,0	0,2	—	0,2	188	134
Brandenburg	604	342	29,8	0,1	0,2	—	2.5	448	280
Pommern	373	199	22,0	—	—	—	—	273	179
Posen	448	346	24.0	0,0	—	—	0,1	418	292
Schlesien	869	203	31,7	12,8	0,9	—	11,0	424	265
Sachsen, einschl. Fürstl. Schwarzb. Unterh.	316	83	14,8	23,7		—	1,4	192	131
Schleswig-Holstein	39	1	25,0	—	0.0	—	—	67	20
Hannover	341	4	32,1	12,6	—	—	5,1	117	50
Westfalen	651	—	34,4	0,1	—	—	3,3	84	31
Hessen-Nassau	381	6	4,6	—	6.4	0.2	24,5	16	11
Rheinland	1 547	2	22,4	—	47,0	12,9	20,1	59	35
Hohenzollern	166	—	0,1	—	—	0,4	4.3	—	—
Zusammen Preussen	6 317	1 442	259,5	49,3	54.7	13,5	83,5	2 407	1 503
Bayern	5 261	65	31,5	—	44,9	20,0	83,9	158	156
Sachsen	588	113	14,0	0,0	2,4	0,2	4,1	141	76
Württemberg	6 984	4	3,2	2.8	23,8	43,9	50,9	23	40
Baden	18 147	2	14,1	1,1	52,8	69,6	47,9	48	42
Hessen	269	9	1,7	—	13,3	0.2	6,6	14	12
Thüringen, Braunschw., Anhalt	179	25	6,3	20,3	0,0	0,0	1,7	93	47
Mecklenburg, Oldenburg, Lübeck	82	24	6,0	—	—	—	—	42	29
Bremen und Hamburg	43	—	13,5	—	—	—	0,0	33	15
Elsass-Lothringen	19 896	2	0,2	—	224,0	70,8	10,6	10	3

¹) Das deutsche Branntweinsteuergebiet hat sich durch Hinzutritt von Bayern, Württemberg und Baden am 1. Oktober 1887 wesentlich verändert. Um einen Vergleich zwischen den Ergebnissen der Betriebsjahre 1887/88 bis 1890/91 und denen der Vorperioden zu ermöglichen, ist die folgende Tabelle gegeben. — ²) Siehe S. 582, § 2.

5. Die Branntweinbrennerei im Gebiet der früheren Steuergemeinschaft (des deutschen Zollgebiets ohne Bayern, Württemberg, Baden und Luxemburg) von 1880/81 bis 1890/91.

a) Zahl und Betriebseinrichtung der vorhandenen Brennereien.

Stand am Schlusse des Etatsjahres, vom 30. 9. 87 ab des Betriebsjahres	Zahl der vorhandenen Brennereien	Darunter Brennereien, welche nach Maassgabe ihrer Einrichtung: a) mittelst einer Destillation Branntwein bereiten: zu … nach Tralles …	unter …	Zusammen	Hierunter sp…: mit kontinuierlichem Apparat	mit Blase und mit Dampfapparat	mit Blase und ohne Dampfapparat	b) die Branntweinbereitung nicht in einer Destillation beenden: mit Maischwärmer oder Vorwärmer	ohne Maischwärmer oder Vorwärmer	Zusammen	Hierunter mit besonderer Rektifizierblase
31. 3. 1881	40 240	3 788	870	4 658	944	3 541	173	1 875	33 707	35 582	1 187
1882	40 223	3 799	852	4 651	1 044	3 466	141	1 880	33 692	35 572	1 201
1883	40 092	3 825	794	4 619	1 173	3 314	132	1 858	33 615	35 473	1 200
1884	40 211	3 821	775	4 596	1 278	3 192	126	1 806	33 809	35 615	1 201
1885	40 088	3 819	753	4 572	1 360	3 070	142	1 761	33 755	35 516	1 208
1886	40 442	3 824	767	4 591	1 411	3 056	124	1 702	34 149	35 851	1 200
1887	40 352	3 779	761	4 540	1 446	2 970	124	1 717	34 095	35 812	1 236
30. 9. 1887	40 245	3 770	732	4 502	1 454	2 936	112	1 695	34 048	35 743	1 257
1888	39 874	3 691	728	4 419	1 492	2 790	137	1 414	34 041	35 455	1 260
1889	39 617	3 645	731	4 376	1 495	2 770	111	1 307	33 934	35 241	1 248
1890	39 417	3 621	724	4 345	1 525	2 717	103	1 248	33 824	35 072	1 249
1891	39 320	3 594	738	4 332	1 559	2 678	95	1 188	33 800	34 988	1 236

b) Zahl, Gattung und Materialverbrauch der im Betrieb gewesenen Brennereien.

Jahre	Anzahl der im Betrieb gewesenen Brennereien	Darunter in Verbindung mit Hefenfabrikation	Von der Gesammtzahl der betriebenen Brennereien verarbeiteten hauptsächlich: mehlige Stoffe: Kartoffeln	mehlige Stoffe: Getreide	Melasse	andere nichtmehlige Stoffe	Zur Branntweingewinnung wurden verarbeitet: Kartoffeln (1000 Tonnen)	Getreide und alle übrigen mehligen Stoffe (1000 Tonnen)	Melasse, Rüben, Rübensaft (1000 Tonnen)	Wein, Weinhefe, Weintrester (1000 Hektoliter)	Obst und Obsttrester (1000 Hektoliter)	Brauereiabfälle und sonstige Materialien (1000 Hektoliter)
Etatsjahre:												
1. 4. 1880/81	26 801	1 328	4 272	2 861	25	19 643	1 982	476	88	139	182	89
1881/82	29 909	1 294	4 497	2 759	24	22 629	2 894	406	69	435	194	95
1882/83	28 201	1 316	4 180	2 937	17	21 067	2 392	355	43	328	120	99
1883/84	32 518	1 327	4 306	2 935	19	25 258	2 503	403	58	438	355	96
1884/85	30 409	1 340	4 303	2 902	22	23 182	2 650	363	75	403	189	91
1885/86	33 892	1 343	4 252	2 932	18	26 690	3 087	388	29	490	438	85
1886/87	30 173	1 379	4 069	2 955	5	23 144	2 719	344	5	282	262	83
1. 4. / 30. 9. 1887	16 035	1 269	3 288	2 794	8	9 945	625	121	8	33	38	38
Betriebsjahre												
1. 10. 1887/88	24 622	1 243	3 987	2 538	18	18 079	1 939	268	27	260	61	70
1888/89	30 079	1 205	3 770	2 534	17	23 758	1 640	272	24	320	245	74
1889/90	26 531	1 166	3 920	2 411	17	20 183	2 006	281	26	215	94	57
1890/91	27 331	1 131	3 830	2 392	23	21 086	1 615	288	70	294	85	106

Den Handel im deutschen Zollgebiet illustriren folgende Daten.

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1880	4 446	4 299	54 707	29 089
1881	4 614	4 580	84 438	46 277
1882	4 517	5 463	91 711	47 992
1883	4 855	5 941	65 038	31 500
1884	7 590	8 778	75 134	32 567
1885	6 325	7 460	89 728	28 681
1886	4 691	5 285	76 590	23 440
1887	7 325	9 273	58 238	18 975
1888	2 028	3 864	35 956	12 023
1889	3 368	6 615	32 459	13 751
1890	5 221	8 960	38 787	14 796
1891	5 284	8 947	24 004	10 470

Die Einfuhr betrug in den freien Verkehr des deutschen Zollgebiets und die Ausfuhr aus demselben (Spezialhandel) im Jahre 1891:

Länder	Spiritus, roh u. raffinirt, in Fässern	Branntwein in Fässern, nicht besonders genannt
	Ausfuhr	Einfuhr
Belgien	1	25
Dänemark	66	6
Frankreich	44	2 558
Grossbritannien, Gibraltar, Malta und Cypern	471	552
Italien	230	10
Niederlanden	112	615
Schweden und Norwegen	595	1
Oesterreich-Ungarn	108	7
Portugal und Spanien	8 993	40
Rumänien	1	16
Russland	3	1
Schweiz	2 310	8
Brasilien	17	1
Vereinigte Staaten von Nordamerika	86	47
Britisch Ostindien etc.	1	24
Australien	88	—
Alle übrigen Länder, Freihäfen u. Zollausschl.	1 882	974
Gesammteinfuhr bezw. -Ausfuhr in Tonnen	15 008	4 885
Werth in 1000 Mk.	5 343	8 305

Im Durchschnitt exportirt Deutschland zwei Drittel seiner Produktion und verbraucht ein Drittel.

Der Konsum wird wie folgt angegeben:

Branntweinverbrauch im Branntweinsteuergebiet 1887/88 bis 1890/91.

Betriebsjahr 1. Oktober 18 . . .	An reinem Alkohol wurden							
	1. gegen Entrichtung der Verbrauchsabgabe oder des Eingangszolls in den freien Verkehr gesetzt				2. zu gewerblichen etc. Zwecken abgabefrei verabfolgt		3. im Ganzen in den freien Verkehr gesetzt	
	inländ. Branntwein	ausländ. Branntwein	zusammen	auf den Kopf der Bevölkerung	zusammen	auf den Kopf der Bevölkerung	Summe 1 und 2	auf den Kopf der Bevölkerung
	1000 hl			l	1000 hl	l	1000 hl	l
1887/88 [1]	1683,7	11,0	1694,7	3,6	387,6	0,8	2082,3	4.4
1888/89	2178,7	21,4	2200,1	4,5	431,3	0,9	2631,4	5,4
1889/90	2265,8	30,7	2296,5	4,7	531,3	1,1	2827,8	5,8
1890/91	2156,5	46,8	2203,3	4,4	519,1	1,0	2722,4	5,5

[1]) Da am Anfange dieses Betriebsjahrs grosse Mengen von Branntwein im freien Verkehr waren, so war der wirkliche Verbrauch in diesem Jahre jedenfalls erheblich grösser als der berechnete.

Für die anderen europäischen Staaten ergibt sich (Scherzer, S. 38) im Durchschnitt der letzten fünf Jahre folgende Produktion und Konsum:

Länder	Produktion in 1000 hl	Verbrauch in 1000 hl	Auf den Kopf der Bevölkerung kommen Liter	
			reiner Spiritus	45%iger Branntwein
Europäisches Russland	7600	6400	4,7	9.3
Deutsches Reich .	2300	1700	4,1	9,1
Frankreich	2070	1500	3.8	8,4
Oesterreich-Ungarn	1500	140	3,8	7,8
Grossbritannien und Irland . .	1100	1280	2,8	6,0
Dänemark	420	370	8,9	19,7
Niederlande	415	140	4,7	10,4
Belgien	300	310	4,7	10,3
Italien	300	350	0,9	2,0
Schweden .	280	250	4,0	8,8
Norwegen	70	60	1,6	3.8
Schweiz .	60	125	4.6	10.1
Andere Staaten	500			—

Für Amerika wird der durchschnittliche jährliche Konsum in derselben Periode auf 2,7 l Alkohol (5,8 l Branntwein) per Kopf der Bevölkerung geschätzt. Während in Schweden und Norwegen gegenüber den Vorjahren eine Verminderung des Konsums um ca. 32% stattgefunden hat, ist derselbe in Frankreich und Russland gesteigert.

Besteuerung. Nach Wolf (Die Branntweinsteuer, Tübingen 1884) kann die Besteuerung des Branntweins in folgender Weise erfolgen:

A. Steuer auf Grund der Ausbeuteannahmen.

[illegible] . . . . { 1. Rohmaterialsteuer.
2. Malzsteuer.

[illegible]) Steuer nach der Leistungsfähigkeit der Werkvorrichtungen:

- α) auf Grundlage der für eine einmalige Funktion geschätzten Leistungsfähigkeit von Werkvorrichtungen und nach Zahl der Funktionen;
  - 3. Maischbrausteuer
  - 4. Brennraumsteuer.
- β) nach Leistungsfähigkeit von Werkvorrichtungen während eines gewissen Zeitraumes, ohne Rücksicht darauf, wie oft die besteuerten Werkvorrichtungen während jenes Zeitraumes funktioniren.
  - 5. Maischraum-Pauschalirungssteuer
  - 6. Brennraum-Pauschalirungssteuer (Blasenzins).

[illegible]) Abfindung . . . . . .

- 7. mit dem Brenner auf Grund einer angenommenen Erzeugungsmenge;
- [illegible] mit dem Schänker auf Grund einer angenommenen Ausschankmenge.

B. Steuer auf Grund thatsächlicher Ausbeuten (Fabrikatsteuer).

9. Steuer des Fabrikanten für die kontrolirte Menge seiner Fabrikate;
10. Steuer vom Schänker für die wirkliche Menge des ausgeschänkten Branntweins.

Eine Branntweinsteuer bestand in Deutschland schon am Anfang des 16. Jahrh. (Laves in Schmoller's Jahrbüchern 11). In Preussen wurde 1811 für den städtischen Betrieb eine Blasensteuer, für das platte Land eine geringere Materialsteuer erhoben. Da die Höhe der ersteren von den Dimensionen der Blase und der Zeit abhing, so bemühte man sich, möglichst schnell viel Branntwein zu destilliren, und erreichte durch die vorgenommenen technischen Verbesserungen, dass die Blasensteuer nicht viel grösser als die Materialsteuer wurde. Thatsächlich verschoben sich die Verhältnisse allmählich derart, dass die städtischen Schnelldestillateure weniger Steuer als die kleinen landwirthschaftlichen Brenner zahlten. Man schritt daher 1820 zur Maischraumsteuer, einem Mittelding zwischen Material- und Apparatsteuer; bei der Annahme einer Ausbeute von 2% Alkohol auf den Maischraum wurde eine Steuer von 0,52 Mk. per 100 hl Maischraum erhoben.

Das Bestreben, möglichst hohe Ausbeute zu liefern (es werden solche von 9,5% garantirt), führte zu technisch unrationellen Verfahren, denn man musste möglichst dick einmaischen, um viel Material in der Flüssigkeit zu haben, und konnte dies daher nicht hinreichend ausnutzen. Es stand also die neue Besteuerung zur früheren insofern im Gegensatz, als erstere, die einen schnellen Destillationsprozess forderte, zum Dünnmaischen, die andere zum Dickmaischen drängte.

Nachbarländer haben dieses im Allgemeinen bewährte Steuersystem adoptirt; Anforderungen einer gerechten, genau nach Produktion erhobenen Konsum- oder Fabriksteuer haben es verdrängt.

Die Grundideen der neuen Branntweinbesteuerung vom 24. Juni 1887 waren folgende (Laves l. c.):

„Neben die Maischraumsteuer, welche für die landwirthschaftlichen Brennereien fortbestehen bleibt, aber für die gewerblichen Betriebe durch einen Zuschlag zu der neu hinzutretenden Steuer ersetzt wird, tritt eine den Bundesstaaten nach der Bevölkerungszahl zu überweisende Konsumsteuer von 50 bezw. 70 Mk. per 1 hl reinen Alkohols, d. h. eine Steuer in etwa der drei- bis vierfachen Höhe der bisherigen Maischraumsteuer. Den Rückgang des Konsums in Folge der höheren Steuer in Betracht gezogen, wird sich eine Mehreinnahme von 96 Millionen Mark über den bisherigen Ertrag von 50 Millionen ergeben (s. weiter unten). Die Preise des Branntweins werden durch die Steuererhöhung im Grosshandel auf das Doppelte ihrer bisherigen Höhe steigen, wodurch die Detailpreise in erheblichem, wenn auch voraussichtlich relativ nicht in gleichem Maasse beeinflusst werden. Dieser höhere Preis wird den Konsum einschränken. So wenig diese erzwungene Einschränkung dem gewohnheitsmässigen Trinker zusagen wird, so willkommen ist eine Preiserhöhung und Konsumbeschränkung für die Allgemeinheit aus vielfachen Gründen. Wenn die Konsumenten von Branntwein nach erfolgter Preiserhöhung die gleichen Geldmittel wie bisher für eine geringere Menge Branntwein verausgaben, so wird dieses auch jenen nicht zum Nachtheil gereichen.

Ausser diesen finanziellen und moralischen Zwecken verfolgt der Entwurf noch andere wichtige Gesichtspunkte, die das sonst so einfach konstruirte Gesetzesgebäude zu einem so ungemein komplizirten, schwer verständlichen und gewiss schwer zu handhabenden Kunstwerke umgestalten. Die Brennereibesitzer sollen für den Schaden, welchen sie durch die Steuererhöhung erleiden, durch eine künstliche höhere Preisnormirung für den Inlandkonsum entschädigt werden; ferner soll die landwirthschaftliche, als Nebengewerbe der Güter betriebene Brennerei vor der städtischen bezw. der gewerblichen Brennerei bevorzugt werden; drittens endlich sollte der Nachtheil, der bisher die kleineren Brennereien durch Zahlung einer höheren Branntweinsteuer in Folge der geringeren Ausbeute des Maischraumes traf, durch eine der Minderausbeute entsprechende Ermässigung der Maischraumsteuer aufgehoben werden."

Die hier interessirenden Paragraphen des Gesetzes vom 24. Juni 1887 sind folgende:

I. Gegenstand und Höhe der Verbrauchsabgabe.

§ 1. Der im Gebiete der Branntweinsteuergemeinschaft hergestellte Branntwein unterliegt vom 1. Oktober 1887 ab einer Verbrauchsabgabe und zu diesem Zwecke der steuerpflichtigen Kontrole.

Die Verbrauchsabgabe beträgt von einer Gesammtjahresmenge, welche 4,5 l reinen Alkohols auf den Kopf der bei der jedesmaligen letzten Volkszählung ermittelten Bevölkerung des Gebietes der Branntweinsteuergemeinschaft gleichkommt, 0,50 Mk. für 1 l reinen Alkohols, von der darüber hinaus hergestellten Menge 0,70 Mk. für 1 l reinen Alkohols.

Die Gesammtjahresmenge, von welcher der niedrigere Abgabesatz zu entrichten ist, sowie der Betrag des niedrigeren Abgabesatzes selbst sollen alle drei Jahre einer Revision unterliegen.

Von der Verbrauchsabgabe befreit und bei Feststellung der nach dem Vorstehenden massgebenden Jahresmenge ausser Ansatz bleibt:

a) Branntwein, welcher ausgeführt wird,

b) Branntwein, welcher zu gewerblichen Zwecken [1]), einschliesslich der Essigbereitung, zu Heil-, zu wissenschaftlichen [2]) oder zu Putz-, Heizungs-, Koch- oder Beleuchtungszwecken verwendet wird, nach näherer Bestimmung des Bundesraths. Die Brennereibesitzer sind gegen Uebernahme der Kosten berechtigt, die amtliche Denaturirung ihres Branntweins in ihren Brennereien zu verlangen.

§ 2. Für die einzelnen am 1. April 1887 bereits vorhanden gewesenen Brennereien wird die Jahresmenge Branntwein, welche sie zu dem Abgabesatz von 0,50 Mk. für 1 l reinen Alkohol herstellen dürfen — Kontingent —, nach dem Durchschnitt der von ihnen in den Etatsjahren 1879/80 und 1885/86 einschliesslich gezahlten Steuerbeträge, unter Weglassung der geringsten und der höchsten Jahresziffer, bemessen, wobei jedoch die Steuerbeträge der Hefebrennereien nur zur Hälfte, die der sonstigen Getreidebrennereien nur zu sieben Achtel in Ansatz kommen. Den gemischten (Presshefe- und dickmaischenden) Brennereien werden bei dieser Bemessung die für jede der beiden Arten des Betriebes gezahlten Steuerbeträge verhältnissmässig angerechnet.

Nach Ablauf von je drei Jahren wird für die einzelnen bisher betheiligten Brennereien und für die inzwischen entstandenen landwirthschaftlichen (§ 41 1 a) oder Materialsteuer entrichtenden Brennereien die Jahresmenge Branntwein, welche sie zu dem niedrigeren Abgabesatz herstellen dürfen, neu bemessen. Die Bemessung derselben erfolgt nach Massgabe der in den letzten drei Jahren durchschnittlich zum niedrigeren Abgabesatz hergestellten Jahresmengen.

§ 3. Die Verbrauchsabgabe ist zu entrichten, sobald der Branntwein aus der steuerlichen Kontrole in den freien Verkehr tritt.

Zur Entrichtung der Abgabe ist derjenige verpflichtet, welcher den Branntwein zur freien Verfügung erhält.

II. Maischbottich- und Branntweinmaterialsteuer.

§ 41. 1. Die Erhebung der Maischbottichsteuer erfolgt nur noch

a) in den landwirthschaftlichen Brennereien, d. h. in denjenigen ausschliess-

---

[1]) Der Bedarf muss über 50 l reinen Alkohols betragen.

[2]) Der Bedarf muss über 25 l reinen Alkohols betragen.

lich Getreide oder Kartoffeln verarbeitenden Brennereien, bei deren Betrieb die sämmtlichen Rückstände in einer oder mehreren den Brennerei- [illegible] verfüttert werden und der erzeugte Dünger vollständig auf dem den Brennereibesitzern gehörigen oder von denselben bewirthschafteten Grund und Boden verwendet wird;

b) in denjenigen Brennereien, welche Melasse, Rüben oder Rübensaft verarbeiten.

2. Die Maischbottichsteuer beträgt 1,31 Mk. für je 1 hl des Rauminhaltes der Maischbottiche und für jede Einmaischung. Bei der Steuerberechnung bleibt der überschiessende Rauminhalt, welcher 25 l nicht erreicht, ausser Betracht.

In landwirthschaftlichen Brennereien, welche nur während der Zeit vom 1. Oktober bis 15. Juni betrieben werden, werden von der Maischsteuer nur sechs resp. acht resp. neun Zehntel erhoben, je nachdem täglich nicht mehr als 1050 l resp. 1500 l resp. 3000 l Bottichraum bemaischt werden.

Gelangen während eines Kalendermonats in einer der bezeichneten Brennereien mehr als 1050, bezw. 1500, bezw. 3000 l Bottichraum durchschnittlich täglich zur Bemaischung, so wird für den betreffenden Kalendermonat der entsprechend höhere Steuersatz erhoben.

Der Anspruch auf die Steuerbegünstigung geht nicht verloren, wenn in einer der bezeichneten Brennereien im Zwischenbetriebe nichtmehlige Stoffe allein verarbeitet werden.

3. An Branntweinmaterialsteuer ist zu entrichten:

a) vom Hektoliter eingestampfter Weintreber 0,35 Mk.,
b) vom Hektoliter Kernobst oder auch Treber von Kernobst und Beerenfrüchten aller Art 0,45 Mk.,
c) vom Hektoliter Brauereiabfälle, Hefenbrühe, gepresste Weinhefe und Wurzeln aller Art 0,50 Mk.,
d) vom Hektoliter Trauben- oder Obstwein, flüssige Weinhefe und Steinobst 0,85 Mk.

4. Für diejenigen landwirthschaftlichen Brennereien, welche in einem Betriebsjahre nicht mehr als 1500 hl Bottichraum bemaischen, sowie für diejenigen Brennereien, welche nur Abfälle der eigenen Biererzeugung verwenden, oder welche lediglich nichtmehlige Stoffe mit Ausnahme von Melasse, Rüben oder Rübensaft verarbeiten, kann von der Landesregierung unter Nachlass der nach der bestehenden Gesetzgebung angeordneten Betriebseinrichtungen und Kontrolen angeordnet werden, dass bei Einhaltung der hierüber zu erlassenden Verwaltungsvorschriften die Steuer von derjenigen Material- oder Maischmenge, welche während der erklärten Betriebszeit mit der zum Gebrauch bestimmten Brennvorrichtung nach ihrer Leistungsfähigkeit abgetrieben werden kann, im Voraus durch die Steuerbehörde bindend festgesetzt wird.

5. Eine Rückvergütung der Maischbottich- oder Branntweinmaterialsteuer kann nach näherer Bestimmung des Bundesraths ausser für gewerbliche Zwecke auch für Branntwein bewilligt werden, welcher zu Heil-, zu wissenschaftlichen oder zu Putz-, Heizungs-, Koch- oder Beleuchtungszwecken Verwendung findet.

III. Zuschlag zur Verbrauchsabgabe.

§ 42. 1. In den gewerblichen Brennereien, d. h. in denjenigen Brennereien, welche mehlige Stoffe verarbeiten, aber nicht zu den landwirthschaftlichen (§ 41 I a) gehören, oder welche Mischungen aus mehligen oder nichtmehligen Stoffen verarbeiten, findet, sofern sie nicht unter § 41 I b fallen, die Erhebung der Maischbottichsteuer nicht mehr statt. Von dem in solchen Brennereien hergestellten Branntwein wird, soweit er der Verbrauchsabgabe unterliegt, ein Zuschlag zu dieser erhoben, welcher 0,20 Mk. für 1 l reinen Alkohols beträgt.

Bei solchen gewerblichen Brennereien, welche vor dem 1. April 1887 bereits bestanden haben und nicht mehr als 10 000 l Bottichraum an einem Tage bemaischen, tritt für den Umfang des bisherigen Betriebes, nach näherer Bestimmung des Bundesraths, eine Ermässigung des Zuschlages um 0,04 Mk. für 1 l reinen Alkohols ein. Bemaischen Brennereien dieser Art mehr als 10 000 l, jedoch nicht über 20 000 l Bottichraum, so beträgt diese Ermässigung des Zuschlages 0,02 Mk. Auf Presshefebrennereien findet diese Bestimmung keine Anwendung.

In gleicher Weise sind auf Antrag andere als gewerbliche Brennereien, welche nicht Melasse, Rüben oder Rübensaft verarbeiten, seitens der Landes-

Befreiung von der Erhebung der Maischbottich- oder Branntweinmaterialsteuer [illegible]. Insofern landwirthschaftliche Brennereien, welche Getreide verarbeiten, hiervon Gebrauch machen, wird

a) von Branntwein, welcher in Brennereien hergestellt worden ist, die in einem Jahre nicht mehr als 100 hl reinen Alkohols erzeugen, nur ein Zuschlag von 0,12 Mk.,

b) von Branntwein, welcher in Brennereien hergestellt worden ist, die in einem Jahre mehr als 100, jedoch nicht über 150 hl reinen Alkohols erzeugen, nur ein Zuschlag von 0,14 Mk. für 1 l reinen Alkohols erhoben.

2. Landwirthschaftliche Brennereien, welche an einem Tage mehr als 1500 l Bottichraum bemaischen, unterliegen, sofern sie während der Zeit vom 16. Juni bis 30. September betrieben werden, für diese Zeit anstatt der Maischbottichsteuer dem nach Nr. 1 Absatz 1 von den gewerblichen Brennereien zu zahlenden Zuschlag zur Verbrauchsabgabe.

Von dem in landwirthschaftlichen Brennereien, welche an einem Tage mehr als 10 000, jedoch nicht über 20 000 l Bottichraum bemaischen, hergestellten Branntwein wird, soweit derselbe der Verbrauchsabgabe unterliegt, ein Zuschlag, welcher 0,02 Mk. für 1 l reinen Alkohols beträgt, von dem in landwirthschaftlichen Brennereien, welche an einem Tage mehr als 20 000 l Bottichraum bemaischen, hergestellten derartigen Branntwein ein Zuschlag von 0,04 Mk. erhoben. Der Zuschlag ist nur für denjenigen Kalendermonat zu entrichten, in welchem eine 10 000 bezw. 20 000 l übersteigende Bemaischung stattgefunden hat.

Die Denaturirung erfolgt im Allgemeinen mit einem Gemisch von 4 Thln. Holzgeist (s. S. 213) und 1 Thl. Pyridinbasen, von welchem dem reinen Alkohol 2,5 Vol.-% zugesetzt werden. Gewerbetreibende dürfen im eigenen Betrieb auch mit nur 0,5 Vol.-% der obigen Mischung oder mit 5% Holzgeist denaturiren. In besonderen Fällen ist die Verwendung von Essig, Terpentinöl, Thieröl, Schwefeläther, Schellacklösung etc. gestattet. Mengen unter 100 l sind von der Denaturirung ausgeschlossen, ebenso solcher von weniger als 73 Gew.-%, ferner parfümirter.

Ein Zoll wird von 125 bis 180 Mk. per 1 hl Alkohol erhoben (1. August 1892).

Die Ergebnisse der Besteuerung für Deutschland von 1870 bis in die neueste Zeit sind nach den offiziellen Angaben nachstehend aufgeführt.

Einnahme vom Branntwein im Branntweinsteuergebiet[1].

a) In den Etatsjahren 1870 bis 1886/87.

Etatsjahre (seit 1877 mit dem 1. April beginnend)	Rohertrag der Branntweinsteuer im Branntweinsteuergebiete	Uebergangsabgaben	Ausgleichungsabgaben	Eingangszoll von ausländischem Branntwein	Gesammtbruttoertrag der Steuer und des Zolls	Steuerrückvergütungen für ausgeführten und zu technisch. Zwecken verwendeten Branntwein	Nettoertrag der Steuer und des Zolls im Branntweinsteuergebiet: im Ganzen	auf den Kopf
	1000 Mk.	1000 Mk.	1000 Mk.	1000 Mk.	1000 Mk.	1000 Mk.	1000 Mk.	Mk.
1870	45 564,5	76,6	—	1 085,7	46 726,8	9 851,5	36 875,3	1,20
1871 bis 1875 durchschnittlich	49 788,8	71,7	—	1 546,6	51 407,1	7 076,9	44 330,2	1,38
1876	53 408,4	128,5	3,4	1 931,9	55 472,2	6 402,3	49 069,9	1,45
1877/78	52 529,9	110,9	2,8	1 621,2	54 264,8	9 061,8	45 203,0	1,31
1878/79	54 616,7	111,3	2,9	1 642,6	56 373,5	8 963,5	47 410,0	1,36
1879/80	53 398,8	133,8	2,4	2 085,2	55 620,2	9 872,5	45 747,7	1,30
1880/81	57 271,8	121,0	2,3	1 781,5	59 176,6	12 077,8	47 098,8	1,32
1881/82	64 002,7	120,5	2,6	1 917,9	66 043,7	17 533,6	48 510,1	1,35
1882/83	58 824,9	119,5	2,5	1 974,7	60 921,6	14 955,2	45 966,4	1,27
1883/84	61 176,8	114,6	2,5	2 101,5	63 395,4	14 484,0	48 911,4	1,34
1884/85	62 435,5	129,6	2,6	4 824,5	67 392,2	14 310,0	53 082,2	1,45
1885/86	65 852,2	105,1	2,5	1 987,8	67 947,6	17 855,3	50 092,3	1,35
1886/87	57 188,6	100,0	2,5	3 609,3	60 900,4	14 895,1	46 005,3	1,23
1.4. bis 30.9. 1887	18 541,1	69,7	3,9	4 573,1	23 187,8	4 067,3	19 120,5	—

Anmerkungen zur Tabelle S. 584.

[1]) Das Branntweinsteuergebiet war 1870 von 30 731 638, 1890 von 49 416 382 Menschen bewohnt. — [2]) Von 1874 an einschliesslich Elsass-Lothringens. Das Vierteljahr 1. Januar bis 31. März 1877 ist unberücksichtigt geblieben. — [3]) Die Branntweinsteuer wurde bis zum 1. Oktober 1887 nach Gesetz vom 8. Juli 1868 (B.G.Bl. S. 384) und 19. Juli 1879 (R.G.Bl. S. 259) erhoben; in Hohenzollern nach Gesetz vom 4. Mai 1868 (B.G.Bl. S. 151) und 15. November 1874 (R.G.Bl. S. 183).

b) In den Betriebsjahren 1887/88 bis 1890/91.

Betriebsjahre (mit dem 1. Oktober beginnend)	Maischbottich- und Materialsteuer[1])			Nettoertrag der Verbrauchsabgabe und des Zuschlags zur Verbrauchsabgabe	Ausgleichungs- und Übergangsabgabe für Branntwein aus Luxemburg	Eingangszoll für ausländischen Branntwein	Gesammteinnahme	
	Bruttoertrag	Vergütungen für ausgeführten und zu gewerblichen Zwecken verwendeten Branntwein	Nettoertrag				Nettoertrag der Abgaben von inländischen und fremden Branntwein	auf den Kopf
	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	1000 M.	M.
1887/88	34 635,9	9 762,9	24 873,0	91 618,9	6,9	2 114,0	118 612,8	2,52
1888/89	29 214,2	5 905,3	23 308,9	115 828,9	6,2	3 976,0	143 120,9	2,96
1889/90	34 707,5	11 989,0	22 718,5	124 584,9	6,2	5 557,6	152 867,2	3,12
1890/91	32 516,6	10 061,8	22 454,8	123 269,4	8,5	8 234,0	153 966,7	3,10

[1]) Gesetz vom 24. Juni 1887 (R.G.Bl. S. 253) und Gesetz vom 8. Juni 1891 (R.G.Bl. S. 338). — [2]) Verfügung des preuss. Finanzministers vom 29. September 1887 (Preuss. Centr.Bl. S. 413).

Durch das neue deutsche Branntweingesetz ist Produktion und Konsum um ca. 20 % zurückgegangen. Ungünstig waren für die Brenner ferner die Schwierigkeiten im Export durch die ausländischen Schutzzölle.

Das Verhältniss der Kontingentsmenge (s. oben) zur Produktion sei schliesslich noch mitgetheilt; ist erstere im Jahre 100, so betrug die Grösse des Kontingents nach Wittelshöfer (Jahrb. f. Nationalökonomie und Statistik **1893**. 1)

1887/88	158
1888/89	137
1889/90	159
1890/91	154
Mittel	152

d. h. im Durchschnitt haben die Brennereien die Hälfte mehr, als ihr Kontingent betrug, produzirt.

In Oesterreich-Ungarn wird in den grösseren Brennereien eine Fabrikatsteuer von der Menge des produzirte nAlkohols (Gesetz vom Juni 1888) erhoben; es wird daher nur sehr hochgrädiger Spiritus destillirt. Da in den kleineren Brennereien der Gährraum per 24 Stunden versteuert wird, so sucht man dort das Schnellgähren möglichst zu vervollkommen, das allerdings zu technisch unrationellen Verfahren führt. Auch Russland hat vom 1. Dezember 1887 ab die Fabrikatsteuer; dieselbe beträgt 9,25 Rubel per 1 Wedro (12,999 l) Alkohol; beim Export wird die Accise zurückgezahlt; Frankreich Konsum- und Fabrikatsteuer (Gesetz vom 22. März 1888). In England wird die ausserordentlich hohe Steuer von 360 Mk. per 1 hl 100 %igen Alkohols gezahlt. Ein Branntweinmonopol hat die Schweiz.

Literatur: M. Maercker, Handbuch der Spiritusfabrikation (6. Aufl., Berlin 1894); R. Ulbricht und L. von Wagner, Handbuch der Spiritusfabrikation (Weimar 1888).

Cognac, Arrak, Rum[1] und Liköre.

Cognac.

Der echte Cognac wird durch Destillation von Wein dargestellt. Der im Handel vorkommende Cognac ist fast ausschliesslich künstlich bereitet[2]). Leider existirt zur Zeit keine auf chemische Erfahrung begründete Methode, um echten Cognac von einer geschickten Nachahmung zu unterscheiden; die Prüfung des Geruches und Geschmackes seitens eines erfahrenen Fachmannes ermöglicht fast stets eine sicherere Beurtheilung des Cognacs als die chemische Analyse.

Arrak

wird vorzugsweise in Goa und Batavia, ferner in Ceylon, Siam und anderen tropischen Ländern dadurch erhalten, dass man Reis vermaischt und die Maische, nach Zusatz von Palmensaft, Arekanüssen etc., destillirt; hierauf wird noch 1 bis 2mal rektifizirt. Zuweilen lässt man auch Palmensaft allein oder Reismaische mit Melasse des Kolonialzuckers vergähren.

Die erhaltenen Produkte zeigen je nach der Darstellung verschiedenartige Eigenschaften und sind chemisch schwer oder gar nicht zu charakterisiren. Die Handelssorten sind meist künstlich hergestellt. Ein im Reichsgesundheitsamt untersuchter echter Arrak war farblos, von saurer Reaktion und enthielt:

Alkohol	48,74	Gew.-
Ameisensäure . .	0,0135	
Essigsäure . . .	0,065	
Fuselöl . . .	0,102	

sowie die Aethylester der Ameisen- und Essigsäure.

Betreffs der Erkennung von echtem Arrak gilt das für Cognac Gesagte.

Rum

wird durch Vergähren der Melasse von indischem Rohrzucker erhalten. Im Handel kommt echter Rum nur selten vor. Künstlich lässt sich

---

[1]) Vergl. Sell's Untersuchungen in den Arb. des Reichsgesundh.-Amtes 1890; Ph. Ztg. **1890**. 819. Vergl. auch S. 529.

[2]) Bezeichnend ist es, dass der Magistrat der Stadt Cognac vor denjenigen auswärtigen Fabrikanten warnt, die erst ihre Produkte dorthin senden und dann als „echten Cognac" mit erdichtetem Firmenschilde versehen verschicken.

ein Produkt herstellen, das chemisch von dem Naturprodukt nicht zu unterscheiden ist.

Die im **Reichsgesundheitsamt** untersuchten Proben von **echtem Rum** enthielten:

Alkohol . . . . 71 – 75 Vol.-%
Aethylester der Ameisen-, Essig- und Buttersäure . . . . 0,3 – 0,5 „

Ferner noch freie Ameisen- und Essigsäure und Fuselöl.

Fresenius theilt nachstehende Analysenresultate von zweifellos echtem Cognac, Rum und Arrak mit (Fr. 1890. 283; Ch. Z. R. 1890. 228):

Bezeichnung	Spez. Gew. bei 15,5°	Volum.-% Alkohol: Aus dem spezifischen Gewicht	Volum.-% Alkohol: Durch Destillation	In 100 g sind enthalten: Alkohol: Aus dem spezifischen Gewicht	Alkohol: Durch Destillation	Extrakt	Mineralstoffe	Freie Säure als Essigsäure berechnet	Fehling'sche Lösung reduzir. Substanzen: Direkt ausgedrückt als Invertzucker	Nach der Invertirung, ausgedrückt als Invertzucker	Differenz ausgedrückt als Rohrzucker
				Gramm							
Cognac.											
1.	0,9332	50,72	52.49	43,14	44.57	1,020	0,014	0,044	0,742	0,919	0,168
2.	0,9314	51,63	54,12	44,00	46,12	0,562	0,016	0,089	0,283	0,380	0,090
3.	0,9327	50,97	52,63	43,39	44,78	0,521	0,021	0,081	—	-	
4.	0,9380	48,21	51,64	40,80	43,70	1.135	0.012	0,060	0,771	0,971	0,190
5.	0,9393	47.51	51,78	40,15	43,76	1.483	0.005	0.030	1.702	0.351	0,617
6.	0,9324	51.12	53,80	43,52	45,80	0,499	0,004	0,028	0,188	0,451	0,250
7.	0,9378	48.32	50,45	40,90	42,71	0.461	0,004	0,026	—	—	—
8.	0,9365	49,02	51.55	41,55	43,70	0,505	0,004	0,026	—		—
Rum.											
1. Jamaika . . .	0,8735	76,39	77,00	69,42	69,97	0,680	0.007	0,089	0,368	0,507	0,132
2. Jamaika . . .	0,8735	76,39	76.58	69,42	69,61	0,611	0.006	0,093	0,324	0,329	0,005
3. Jamaika . . .	0,8811	73,50	73,28	66,22	66,02	0,339	0,007	0.139	0,144	0,178	0,033
4. Jamaika mit 1/6 ff. Sprit . . .	0,8745	76,01	75,83	69,06	68,83	0,495	0.005	0,089	0,257	0,267	0,010
Arrak.											
1. Batavia . . .	0,9132	59.98	—	52,14	—	0,062	0,004	0.180	-	—	—
2. Batavia mit 1/6 ff. Sprit . . .	0,9139	59,68	—	51,83	—	0,067	0.008	0.122	—	-	-
3. Soerabaya . . .	0,9141	59,59	—	51,75		0.161	0.016	0,087	—	—	—

Darstellung von imitirtem Arrak, Cognac, Rum und anderen Spirituosen (**Buchheister**, Vorschr. f. Drog. 189). Der für die künstliche Darstellung von Spirituosen zu benutzende Alkohol muss frei von Fuselölen sein. Am geeignetsten ist der feine Kartoffelspiritus; Kornbranntwein ist des starken Geruches wegen nur für **Kümmel**, **Genèvre** und **Nordhäuser** brauchbar.

Rum, Arrak und Cognac werden mit einem Alkoholgehalt von 45 bis 60 % hergestellt. Branntweine und bittere Schnäpse mit 30 bis 40 % und feine Liqueure mit 25 bis 33 %.

Statt des Rohrzuckers wendet man zweckmässiger flüssigen **Invert-**

zucker (s. S. 173) an. Derselbe braucht weder aufgekocht noch abgeschäumt zu werden wie der Rübenzucker und gibt den Getränken Fülle und eine milde Süssigkeit, welche das Aroma hervortreten lässt. Selbst bei sehr zuckerhaltigen Liqueuren und Punschextrakten findet niemals ein Auskrystallisiren des Invertzuckers statt. 1 l Invertzucker entspricht 1 kg gewöhnlichem Zucker.

Auch die übrigen Zusätze, wie Essenzen, ätherische Oele und Farbstoffe, müssen von tadelloser Beschaffenheit sein, um ein gutes Fabrikat zu erzielen.

Essenzen sind stark konzentrirte, spirituöse Auszüge von zerkleinerten, frischen oder getrockneten Pflanzentheilen; man verwendet zur Extraktion eine Mischung von ungefähr 3 Vol. 50%igen Spiritus und 2 Vol. Wasser. Die Extraktion nimmt man in den sogen. Deplazirungsgefässen vor.

Erst durch längeres Lagern entwickelt sich der Geruch und Geschmack der Essenzen vollständig. Man bewahrt sie in mässig warmen Räumen auf und schützt sie vor Licht und Luft. Die Klärung vollzieht sich beim Lagern so weit, dass man nur den Rest zu filtriren braucht.

Ausser den reinen Pflanzenextrakten bezeichnet man als Essenzen auch Mischungen derselben mit anderen Extrakten, ferner mit ätherischen Oelen und Fruchtäthern, sowie einfache Lösungen von ätherischen Oelen in Spiritus; so besteht z. B. die

Cognacessenz

Cognacöl, Weinöl (s. S. 529)	12 g,	Bittermandelöl . . .	4 Tropfen,
[illegible]	10	Veilchenessenz . . .	10 g,
Essigäther	20	Spiritus	950 g.

Rumessenz

Rumäther	1 l,	Benzoetinktur . . .	20 g,
Neroliöl	2 Tropfen,	Birkenöl	2 Tropfen,
Zimmtöl	0,5 g,	Vanilleessenz . . .	6 g,
Essigäther	25 g.		

Die Arrakessenz bereitet man u. a. aus Rumessenz unter Zusatz anderer Essenzen, ätherischer Oele und Ester.

Man färbt die spirituösen Getränke roth mit Karminlösung, Himbeerfarbe und Heidelbeertinktur; blau mit Indigokarmin in wässeriger Lösung; violett mit einer Mischung aus Roth und Blau; gelb mit Kurkumatinktur oder einer wässerigen Lösung von Saffransurrogat; grün mit Chlorophyll oder einer Mischung von Saffransurrogat und Indigokarmin; braun mit Zuckerkouleur.

Nachdem die Spirituosen einige Zeit zur Verbesserung ihres Geschmackes gelagert haben, werden sie auf Flaschen gezogen und in mässig warmen Räumen aufbewahrt. Sonnenlicht beeinflusst ihren Geschmack und Geruch ungünstig.

Sollen farblose Getränke, wie Kümmel, Pfefferminz etc., frisch verbraucht werden, so müssen sie bisweilen mit Eiweiss, Hausenblase etc. geklärt werden.

1. Arrak, Cognac und Rum. Man fabrizirt die als Façonwaare bekannten Sorten dieser Spirituosen nur aus Spiritus, Wasser und Essenzen; für die besseren Sorten, die Verschnittwaare, verwendet man echten Arrak, Cognac, Rum, Sprit, Wasser und gewöhnlich noch verschiedene Essenzen, ätherische Oele etc. zur Verfeinerung des Geschmackes und Geruches. Werden die guten Sorten der Verschnittwaare längere Zeit gelagert, so stehen sie den echten Spirituosen wenig nach. Nur die

Nachahmung des Arraks bleibt schwierig, wegen des überaus feinen Aromas, welches der echte Arrac de Goa besitzt.

Folgende Vorschriften nach Graeger geben Getränke mit einem Alkoholgehalt von 60—70 %:

Arrac de Goa.

Spiritus	21,5 l,	Cognac	2,5 l,
Butteräther	4 g,	Essigäther .	8 g,
Vanille	4	Arrakessenz . .	8

Nach der Filtration versetzt man den Arrak mit 6 l einer Abkochung von 250 g Honig und 125 g zerschnittenem Johannisbrot.

Cognac (mittel).

Spiritus	$6^2/_3$ l,	Cognac	[illegible] l,
Cognacessenz . . .	50 g,	Wasser	$6^2/_3$ l,
Rosinen	50	Johannisbrot	50 g.

Verschnitt-Cognac gewinnt bedeutend durch Zusatz von 1 Flasche Malaga oder Xeres auf 10 l.

Jamaika-Rum.

Spiritus	$18^2/_3$ l,	Rum	[illegible] l,
Essigäther	46 g,	Thee, grüner . . .	25 g,
Vanille	8	Kandiszucker	250
oder Johannisbrot .	250	Rosinen . .	250

Wasser . . . . 5 l.

Jamaika-Rum (fein-fein).

Spiritus	7,75 l,	Jamaika-Rum	20 l,
Rumessenz	30 g,	Vanilleessenz	5 g,
Johannisbrot	25	Rosinen . . .	25

Wasser . . . . . . 2,25 l.

Rum (fein).

Spiritus	17,5 l,	Jamaika-Rum . . .	7,5 l,
Rumessenz	60 g,	Johannisbrot . . .	250 g,
Rosinen	250	Wasser	5 l.

2. Vorschriften für Branntwein und bittere Schnäpse.

Curaçao, französischer.

Curaçaoöl	5 g,	Vanilleessenz . . .	0,5 g,
Himbeeressenz . . .	0,5	Jamaika-Rum . . .	250
Spiritus	4,5 l,	Zucker	1000

Wasser zu 10 l.

Genèvre.

Genèvreessenz . . .	33 g,	Johannisbrot . .	100 g,
Zucker	125	Spiritus	5 l.

Wasser . . . . 5 l.

Der eigenthümlich brenzliche Geschmack mancher Genèvre wird durch einen sehr geringen Zusatz von Holzessig oder Birkentheeröl erreicht.

Zur schnellen Reifung der Spirituosen wird erfolgreich der elektrische Strom angewandt.

3. Liköre und Crêmes sind mit ätherischen Oelen gemischte, spirituöse Getränke von geringem Alkohol-, aber hohem Zuckergehalt. Man bereitet sie aus bestem Spiritus und lässt sie längere Zeit lagern.

Als Beispiel sei angegeben:

Chartreuse.

Melissenöl	6 Tropfen,	Pfefferminzöl, engl.	40 Tropfen,
Angelikaöl . .	30 „	Zucker	5 kg,
Nelkenöl	6 „	Ysopöl	6 Tropfen,

[illegible] . . . . [illegible] Tropfen. Spiritus . . 4 l.

[illegible]

Wasser so viel wie für 10 l nöthig ist.

Chartreuse wird entweder gelb oder grün gefärbt.

Danziger Goldwasser nach Graeger.

Bittermandelöl . .	5 Tropfen.	Kalmusöl	8 Tropfen.
Kümmelöl	8 „	Nelkenöl	8 „
Zimmtkassiaöl . .	8 „	Citronenöl . . .	15 „
Korianderöl . .	15 „	Orangenschalenöl .	15 „
Orangenblüthenöl .	8 „	Sternanisöl . . .	3 „
Wachholderbeeröl	6 „	Macisöl	8 „
Krauseminzöl . .	6 „	Majoranöl	6 „
Sassafrasöl . .	6 „	Kardamomenöl . .	4 „
Fenchelöl . . .	4 „	Vanilleessenz . .	3 g.
Spiritus . . .	4 l.	Zucker . . .	2,5 kg.

Wasser bis zu 10 l.

Der Mischung werden Flitter von echtem Blattgold zugesetzt.

Presshefe.

Wird obergährige Hefe aus ihrer Nährlösung (Maische oder Würze) entfernt, gewaschen und durch Pressen von Wasser befreit, so erhält man die Presshefe (Pfundhefe).

Als Rohmaterialien für die Bereitung der Maische dienen vorzugsweise Roggen, dann Mais und seltener Gerste sowie Buchweizen.

Zur Verzuckerung verwendet man fast ausschliesslich Darrmalz.

Bei der Fabrikation hat man zwei Methoden zu unterscheiden:

A. Die Maischen enthalten die Treber (Schalen etc.); eine Lüftung findet während der Gährung nicht statt;

B. Die Maische ist treberfrei; der Hefe wird während des Vegetationsprozesses Luft zugeführt. Hierdurch steigt die Ausbeute gegenüber A von 13 auf 30 % vom angewendeten Schrote.

A. Nach der Wiener oder Schlempemethode (Possanner S. 548) wird das Rohmaterial zunächst einer Vorbehandlung unterworfen; dieselbe besteht in der:

1. Reinigung von Unkrautsamen, Steinen, Staub etc. durch Putzmaschinen;

2. Zerkleinerung (Schroten) durch Walzenstühle und Mahlgänge. Hieran schliesst sich ein Aussortiren der Hülsen im Schrotcylinder.

Die Hauptmaische wird in einem grossen Bottich (entsprechend wie oben ausgeführt) bereitet und durch Zusatz von gekochtem Maisbrei auf die geeignete Temperatur (ca. 66 °) gebracht. Ein Dämpfen der Rohmaterialien findet nicht statt, um nicht die Eiweissstoffe ungünstig zu beeinflussen, welche für den Vegetationsprozess der Hefe von grosser Bedeutung sind.

Die Kunsthefe wird nur aus Malz- und Roggenschrot gemaischt, 24 Stunden (bei ca. 50 °) gesäuert, auf ca. 17 ° abgekühlt und mit Presshefe oder gährender Kunsthefenmaische (Mutterhefe) zur Gährung angestellt. Die genügend reife Kunsthefe wird dann mit der inzwischen gekühlten Hauptmaische vereint, mit Schlempe versetzt und die Flüssigkeit alsdann in die Gährbottiche übergepumpt.

Die nach einigen Stunden eintretende Gährung kündigt sich durch

eine zarte Schaumdecke an; die zuerst niedergesunkenen Treber werden von der Kohlensäure in die Höhe getrieben und bilden dort eine glatte Decke, die allmählich von der lebhafter sich entwickelnden Kohlensäure zerstört wird. Dann entsteht ein leichter Schaum mit wässerigen Bläschen, der schliesslich zu fallen beginnt. Dieser Zeitpunkt bezeichnet die Reife der Hefe und es beginnt das

Abschöpfen des Hefeschaums. Der Schaum wird in ein Reservoir geleitet, mit Wasser gemischt und einer Siebmaschine zugeführt, welche die Treber entfernt. Alsdann wird die Hefe gewaschen und in Filterpressen zu Kuchen vereint. Wenn nicht mehr Schaum an die Oberfläche der Flüssigkeit treibt und auch die Nachgährung beendet ist, so wird die Maische dem Destillationsapparat zugeführt. 100 kg Schrot liefern bei gutem Betrieb 28 Liter-% Alkohol.

Die Schlempe wird gekühlt, von Trebern befreit und dient alsdann von Neuem als Zusatz zur Anstellmaische.

Die Treber werden verfüttert (s. weiter unten).

Nach Durst (Handbuch der Presshefefabrikation, Berlin 1888) sind gebräuchliche Verhältnisse des Malz- und Roggenschrotes in Haupt- und Hefenmaische folgende:

Die Hauptmaische enthält Schrot von				Die Hefemaische enthält von		Menge der Hefemaische in Prozenten der Hauptmaische
Darrmalz %	Roggen %	Mais %	Buchweizen %	Darrmalz %	Roggen %	
30	70	—	—	50	50	16
30	30	40	—	50	50	16
24	23	48	5	44	56	10
27,5	37,5	35	—	50	50	15
33⅓	33⅓	33⅓	—	—	—	—
10	40	50	—	—	—	—
18,4 [1]	50	31,6	—	50	50	15
13,5	35,5	45	6	75	25	7
27	55	—	11 und 8 Weizen	50	50	10

B. Das Lufthefeverfahren (vergl. „Alkohol“ [Zeitschr.] 1892. 234). Hierbei hängt die Zerkleinerung der Rohmaterialien davon ab, ob die Würze von den Trebern durch Filterpressen getrennt werden soll oder durch Abläutern, wie bei der Bierbrauerei. Im letzteren Fall zerkleinert man die Hülsen nur so weit, dass sie nachher als Filtermaterial gebraucht werden können.

Vor dem Maischen wird das Schrotgemenge mit angesäuertem Wasser (50 bis 125 ccm gewöhnliche Salzsäure pro 50 kg Schrot) macerirt und zwar je nach der Zerkleinerung des Rohmaterials 2 bis 3 oder 12 bis 14 Stunden.

Bei mässigem Gang des Rührwerkes bringt man sodann durch Zuführen von heissem Wasser die Temperatur auf 50 bis 53°, erreicht durch Zusatz des gargekochten Mais 63 bis 65° und behält diese Temperatur 1 bis 1½ Stunden bei.

[1]) Grünmalz als Darrmalz berechnet.

Die Trennung der Würze von den Trebern bewirkt man entweder durch Filterpressen oder durch Abläutern in Bottichen mit Siebböden (Läuterbottichen). Die zur Beschleunigung der Filtration möglichst gross zu wählenden Filterpressen haben direkte Dampfleitung, um sie vor dem Abpressen der Treber sterilisiren zu können; den anfangs trüb laufenden Theil der Würze gibt man in den Apparat zurück.

Die Kühlung der blank laufenden Würze auf 24 bis 25 ° wird am zweckmässigsten mittelst Berieselungskühler erreicht. Bei 23 bis 24 ° findet in der in Gährbottiche übergefüllten Würze

Das Anstellen der Würze mit Presshefe statt. Die Konzentration der Würze beträgt 8,5 bis 10 % Ball. Die Gährbottiche müssen einen verhältnissmässig grossen Fassungsraum haben, da in Folge des Lüftens starke Schaumentwickelung stattfindet; 1000 l Würze erfordern 1500 bis 1750 l Bottichraum. Der Durchmesser des Bottichs beträgt ungefähr zwei Drittel der Höhe. Auf dem Boden des Bottichs befindet sich eine Kühlschlange bis zu zwei Dritteln der Würzefüllung. Das Luftzuführungsrohr mündet 5 cm über dem Boden in einen 8- bis 12armigen Vertheilungsstern mit seitlich oder nach unten gerichteten Oeffnungen von 1 mm Durchmesser.

Man beginnt mit dem Anstellen der Würze und dem Zuführen der Luft, sobald der Bottich mit zwei Dritteln der Würze beschickt ist. Nur allmählich wird die Menge der zugeführten Luft gesteigert, indem man die Luftzufuhr durch Sicherheitsventile regulirt, welche zum Ablassen der komprimirten Luft an den Luftzuleitungsröhren angeordnet sind. Die Luft wird von Kompressoren geliefert, die 12 bis 13 cbm per Stunde auf 1000 l Würze blasen. Das Ansaugerohr des Kompressors geht durch das Dach ins Freie; vor dem Kompressor ist ein Luftfilter eingefügt.

In Folge des Lüftens und der hohen Anstelltemperatur tritt die Gährung bald nach dem Anstellen ein. Ein Schaum von durchsichtigen kleineren und grösseren Blasen entsteht auf der Oberfläche, der erst opalisirend, endlich weiss und dicht wie Schlagsahne den ganzen Bottich füllt. Durch Kühlen hält man die Temperatur während der 7- bis 20stündigen Gährzeit auf 29 bis 30 °. Die Dauer derselben richtet sich nach der Luftzuführung, der Anstelltemperatur, der Menge der Stellhefe und der Beschaffenheit der Hefe. Nach Delbrück soll es möglich sein, die Gährung in 7 Stunden zu beenden.

Die Würze soll auf ungefähr 0,2 % Ball. vergähren, nach dem Absetzen der Hefe gemessen.

Sobald die Würze vergohren und bei Verminderung der Luftzufuhr mittelst der Gährbottichkühlschlangen schnell auf 15 bis 18 ° abgekühlt ist, erfolgt das Absetzen der Hefe durch Ueberpumpen in die Absetz- oder Hefenbassins, das sind flache Bottiche von 30 bis 35 cm Höhe, die mit Wasserleitung und Abzugsvorrichtung versehen sind, und von denen mehrere über einander gestellt werden.

Nach dem Ablagern der Hefe wird die darüber stehende vergohrene Würze abgezogen und nach dem Sammelgefäss gebracht, von wo aus das Abbrennen der Würze bewirkt wird.

Nun erfolgt noch zwei- bis dreimaliges Waschen des Bodensatzes und nach Abfluss des Waschwassers die Ueberführung des Hefebreies in ein Sammelgefäss, welches mit der Speisepumpe der Hefenfilterpresse in Verbindung steht.

Schliesslich findet das Pressen und Formen der Hefe wie bei dem älteren Verfahren statt.

Die Ausbeute beträgt bis zu 30 % des angewendeten Schrotes.

Eigenschaften. Die Presshefe (Pfundhefe) ist eine gelblichweisse Masse von obstartigem Geruch und muscheligem Bruch, die sich nach dem Aufrühren in Wasser schnell zu Boden setzt. Aufzubewahren ist sie an einem kühlen, trockenen, luftigen Ort. Im Allgemeinen soll sie möglichst frisch verarbeitet werden.

Ueber die Prüfung der Hefe durch Ermittelung der von ihr aus Zuckerlösung entwickelten Kohlensäure (Heyduck's Verfahren) s. oben. Eine andere Prüfungsmethode besteht darin, dass man unter dem Mikroskop die Zahl der in einem bestimmten Volumen vorhandenen Hefezellen bestimmt (Panum, Petersen, Heyduck, Z. f. d. Spiritusind. **1880.** 1); gleichzeitig prüft man auf Anwesenheit von Bakterien etc.

Verfälscht wird die Presshefe mit entbitterter Unterhefe, Stärke etc.

Verwendung findet die Presshefe vorzugsweise in der Bäckerei, Brauerei und Spiritusbrennerei.

Literatur. O. Durst, Handbuch der Presshefefabrikation. Berlin 1888.

Alkoholpräparate.

Aether.

A. Unter den eigentlichen Aethern — alkoholischen Aethern — versteht man Verbindungen, die sich von den Alkoholen durch Austritt von Wasser ableiten, z. B.:

$$\begin{matrix} C_2H_5 . OH \\ C_2H_5 . OH \end{matrix} = \begin{matrix} C_2H_5 \\ C_2H_5 \end{matrix}\!\!> O + H_2O.$$

Aethylalkohol — Aethyläther — Wasser

Der Aethyläther entsteht also aus zwei Molekülen Aethylalkohol und enthält zwei Aethylgruppen. Man kann aber auch Aether darstellen, welche zwei verschiedene Alkoholradikale enthalten, z. B. Methylpropyläther (gemischte Aether).

Die alkoholischen Aether sind Körper von neutralem Charakter und vereinigen sich insbesondere nicht mit Säuren (Esterbildung); ferner werden sie durch Halogene nicht oxydirt, sondern substituirt.

Nur das niedrigste Glied der Reihe, der Methyläther $(CH_3)_2O$, ist gasförmig; die meisten sind flüssig, die hochmolekularen Glieder bilden feste Körper.

Von technischer Bedeutung ist vor allen der Aethyläther (Schwefeläther).

B. Als zusammengesetzte Aether, Ester, bezeichnet man Verbindungen salzartiger Konstitution, die durch Vereinigung von Säuren und Alkoholen entstehen, z. B.:

$$C_2H_5 . OH + OH . NO_2 = C_2H_5(O . NO_2) + H_2O.$$

Aethylalkohol — Salpetersäure — Salpetersäureäthylester — Wasser

Man kann die Ester mit gleichem Recht aus den Alkoholen ableiten, indem man den Hydroxylwasserstoff derselben durch ein Säureradikal (resp. den mit OH verbundenen Säurerest) ersetzt, oder aus den Säuren, indem man deren Hydroxylwasserstoff durch ein Alkoholradikal austauscht.

Während von den einbasischen Säuren nur neutrale Ester existiren, hat man bei den Estern der zweibasischen Säuren saure Ester (Estersäuren) und neutrale Ester zu unterscheiden, z. B.

$$C_2H_5 . OH + OH . SO_2 . OH = C_2H_5 . O . SO_2 . OH + H_2O;$$

Aethylalkohol — Schwefelsäure — Aethylschwefelsäure — Wasser

$$2\ C_2H_5 . OH + OH . SO_2 . OH = (C_2H_5)_2(SO_4) + 2\ H_2O.$$

Aethylalkohol — Schwefelsäure — Schwefelsäureäthylester — Wasser

Während die neutralen Ester meist flüssige Verbindungen von neutraler Reaktion und oft angenehmem Geruch sind, die bei relativ niedriger Temperatur sieden und in Wasser schwer löslich oder nicht löslich sind, zeigen die sauren Ester saure Reaktion, sind geruchlos, lösen sich meist in Wasser und destilliren unter Zersetzung.

Es existiren sowohl Ester anorganischer als auch organischer Säuren, die beide (als Fruchtäther) technische Bedeutung besitzen[1]).

Alkoholische Aether.

Die alkoholischen, einfachen Aether werden gewöhnlich durch Einwirkung von wasserentziehenden Mitteln auf Alkohol dargestellt resp. durch Zersetzen von Estersäuren mittelst Alkohole.

Aethyläther, gewöhnlicher Aether, Schwefeläther $(C_2H_5)_2O$.

Geschichte und Theorie. Der Aethyläther war bereits den Alchymisten im 13. Jahrhundert unter dem Namen Naphta bekannt. Da bei seiner Darstellung Schwefelsäure benutzt wurde, nahm man die Gegenwart von Schwefel in ihm an, und erst Anfang dieses Jahrhunderts bewies Rose dessen Abwesenheit.

Die chemischen Vorgänge bei seiner Darstellung lassen sich durch folgende Gleichungen veranschaulichen:

$$C_2H_5 . OH + H . SO_4H = C_2H_5SO_4H + H_2O.$$

Aethylalkohol, Schwefelsäure, Aethylschwefelsäure, Wasser

$$C_2H_5SO_4H + H . O . C_2H_5 = (C_2H_5)_2O + H_2SO_4.$$

Aethylschwefelsäure, Aethylalkohol, Aethyläther, Schwefelsäure

Hiernach findet theoretisch mit einer bestimmten Menge Schwefelsäure kontinuirlich eine Bildung von Aether statt; praktisch muss indessen die Schwefelsäure in Folge des Auftretens von Nebenreaktionen zeitweise erneuert werden.

Darstellung. Man erhitzt ein Gemenge von 5 Thln. Alkohol von 90 Vol.-% mit 9 Thln. konzentrirter Schwefelsäure (66 ° Bé.) auf 140 °; bei kontinuirlichem Zufluss von Alkohol destillirt ständig Aether über. Ein geeigneter Apparat von C. Heckmann (Berlin) ist in Fig. 245 abgebildet; hier bedeutet *A* ein Gefäss für Alkohol, *B* ein Gefäss mit Dampfschlange, das Schwefelsäure enthält, *C* einen Kühler; *a* ist ein Hahn zum Reguliren des Alkoholzuflusses, *b* eine Vorrichtung zum Beobachten des Alkoholzuflusses.

Während im Allgemeinen der erhaltene Rohäther noch durch Rektifiziren von Wasser und Schwefelsäure sowie Schwefliger Säure etc. zu befreien ist, hat Soubeiran einen Apparat konstruirt, der in einer Operation reinen Aether liefert, indem er in besonderen Kondensatoren zunächst Wasser, dann Alkohol verdichtet und dann durch Kalk die Säure entfernt; erst hierauf wird der Aether kondensirt. Der Apparat soll sich indessen praktisch nicht bewährt haben (Muspratt 1. 9).

Bei allen Apparaten ist zur Vermeidung äusserst gefährlicher Explosionen insbesondere darauf zu achten, dass vom letzten Kondensator ein Dunstrohr alle nicht verdichteten Dämpfe und Gase ins Freie, am besten über Dach fortleitet.

Nach einem neuen Verfahren von F. Kraft und A. Ross (D.R.P. Nr. 69115) stellt man einfache oder gemischte Aether der Fett-

[1]) Als Fettsäureester des dreiwerthigen Alkohols $C_3H_5(OH)_3$ = Glycerin sind oben die Fette behandelt.

reihe mittelst aromatischer Sulfosäuren dar. Zur Gewinnung von einfachen Aethern lässt man einen Alkohol der Fettreihe, am besten bei einer über 100° liegenden Temperatur, auf eine Mono- oder Disulfosäure der aromatischen Reihe einwirken; im Destillat befindet sich dann

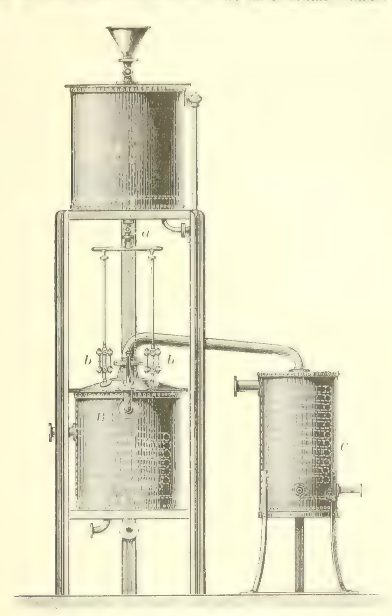


Fig. 245. Apparat zur Darstellung von Aethyläther

der betreffende Aether und Wasser neben unzersetztem Alkohol. Die Bildung des Aethers verläuft dabei nachweislich in zwei Phasen:

$$C_6H_5.SO_2.OH + C_2H_5.OH = C_6H_5.SO_2.OC_2H_5 + H_2O;$$
$$C_6H_5.SO_2.OC_2H_5 + C_2H_5.OH = C_6H_5.SO_2.OH + C_2H_5.O.C_2H_5.$$

Die Sulfosäure kann immer wieder verwendet werden, so dass sie z. B. mehr wie das Hundertfache ihres Gewichtes von Aethylalkohol in Aethyläther überzuführen vermag. Man kann natürlich auch zunächst den entsprechenden Sulfosäureester durch Auflösen des Sulfochlorids

in einem Ueberschuss des Alkohols und Stehenlassen bei gewöhnlicher Temperatur darstellen und dann auf diesen den betreffenden Alkohol einwirken lassen:

$$C_6H_5 . SO_2Cl + C_2H_5 . OH = C_6H_5 . SO_2 . OC_2H_5 + HCl;$$
$$C_6H_5 . SO_2 . OC_2H_5 + C_2H_5 . OH = C_6H_5 . SO_2OH + C_2H_5 . O . C_2H_5.$$

Dieses Verfahren empfiehlt sich namentlich für Alkohole von höherem Molekulargewicht.

Um einen gemischten Aether (z. B. Methylpropyläther) zu gewinnen, erhitzt man eine Mischung der beiden in Betracht kommenden Alkohole (z. B. Methylalkohol und Propylalkohol) mit einer Sulfosäure.

Eigenschaften. Der Aethyläther ist eine leichtbewegliche Flüssigkeit von SG. 0,72 bei 17,4°, die bei 34,9° siedet und nach dem Erstarren bei — 129° schmilzt. Die Dampftension ist 10 Atm. bei 120°. Die Dämpfe sind schwerer als Luft. Der Flammpunkt liegt sehr niedrig; daher ist Aether ein höchst feuergefährlicher Körper. Wasser löst ca. 10% Aether; Aether ca. 3% Wasser[1]), mit konzentrirter Salzsäure mischt sich Aether. Zahlreiche organische Verbindungen werden von ihm gelöst.

Verwendung findet der Aethyläther als Anästheticum und zur Bereitung der Hoffmann's Tropfen[2]); ferner zum Extrahiren in der Farbstoffindustrie und als Lösungsmittel, insbesondere zur Herstellung von Kollodium[3]). In Folge der bei seiner Verdunstung entstehenden Kälte hat man ihn zu Kältemaschinen benutzt, und auch zum Treiben von Motoren, ähnlich wie das Benzin, soll er dienen.

Methyläther $(CH_3)_2O$

ähnelt nach Darstellung und Eigenschaften dem Aethyläther. Er ist gasförmig und wird erst unter — 20° flüssig.

Zusammengesetzte Aether oder Ester.

Gewisse wohlriechende Ester finden als Fruchtäther Verwendung; die wichtigsten sind:

Ester des Aethylalkohols.

Salpetrigsäureäthylester, Salpeteräther. Aethylnitrit $C_2H_5 . O(NO)$.	Buttersäureäthylester, Buttersäureäther $C_2H_5 . O(C_4H_7O)$.
Ameisensäureäthylester $C_2H_5 . O . (COH)$.	Benzoësäureäthylester $C_2H_5 . O(C_7H_5O)$.
Essigsäureäthylester, Essigäther $C_2H_5 . O(C_2H_3O)$	

Ester des Amylalkohols.

Salpetrigsäureamylester, Amylnitrit $C_5H_{11}O . (NO)$.	Valeriansäureamylester $C_5H_{11}O . (C_5H_9O)$
Essigsäureamylester, Amylacetat $C_5H_{11}O . (C_2H_3O)$	Caprinsäureamylester $C_5H_{11} . O(C_{10}H_{19}O)$.

Ester des Methylalkohols.

Benzoësäuremethylester, Niobeöl $CH_3 . O(C_7H_5O_2)$.	Salicylsäuremethylester, Wintergreenöl $CH_3 . O(C_7H_5O_3)$.

[1]) Beim Zusatz von Schwefelkohlenstoff zu Aether erkennt man leicht dessen Wassergehalt an der eintretenden Trübung.

[2]) In Mischung mit 1 bis 3 Vol. Alkohol.

[3]) Nitrocellulose wird in ca. 20 Thln. Aethyläther und 1 Thl. Aethylalkohol gelöst.

Darstellung. Die Darstellung der Ester erfolgt durch Destillation des betreffenden Alkohols mit der Säure allein oder unter Zusatz wasserentziehender Mittel (Schwefelsäure). Sehr allgemein destillirt man den Alkohol mit einem Salz der Säure und Schwefelsäure. Manche Ester erhält man auch, indem man eine Lösung der Säure in Alkohol mit Chlorwasserstoff sättigt und den Ester dann durch Zusatz von Wasser abscheidet.

Benzoësäuremethylester

erhält man beim Destilliren von Holzgeist mit Benzoësäure und Schwefelsäure. Er wird als Niobeöl in der Parfümerie verwendet.

Salicylsäuremethylester

findet sich im Kraut und den Früchten von Gaultheria procumbens, den Zweigen von Betula lenta etc. vor und lässt sich durch Destillation hieraus gewinnen. Er kommt als Gaultheriaöl in den Handel.

Künstlich erhält man ihn in bequemer Weise durch Destilliren von Methylalkohol mit Schwefelsäure und Salicylsäure.

Salpetrigsäureäthylester.

Der Aether wurde bereits 1681 von Kunkel entdeckt und Salpeternaphta genannt. Zur Darstellung werden Alkohol, Salpetersäure und Kupferdrehspähne in einer Retorte zur Reaktion gebracht. Schon in der Kälte destillirt der bei 16,4° siedende Aether über und wird in einer gut gekühlten Vorlage aufgefangen.

Die Salpetrige Säure entwickelt man bei anderen Verfahren aus Kaliumnitrit und Schwefelsäure, ferner aus Salpetersäure und Stärke etc. (vergl. A. **64.** 320; **30.** 143; J. **1851.** 514; **1860.** 401).

Nach einem in Amerika und England üblichen Verfahren (Stinde, D. **184.** 367) stellt man eine Steinkruke von mindestens 60 kg Inhalt, wie sie zur Darstellung von Chlorgas benutzt wird, auf einem Dreifuss so in einen Cylinder von Eisenblech, dass der Hals über den Rand des Cylinders hervorsteht. Der Raum zwischen der Kruke und den Cylinderwänden ist vollständig mit Matten oder sehr grober Packleinwand auszufüllen. In den unteren Theil des Cylinders mündet ein Dampfrohr, während ein am Boden des Cylinders angebrachter Hahn dazu dient, das Kondensationswasser abzulassen. Ein Deckel von Eisenblech mit einem mittleren Ausschnitt, durch welchen der Hals der Kruke geht, verschliesst den Cylinder. Die Kruke wird mit 30 kg fuselfreiem Spiritus von 90° gefüllt, zu welchem in kleinen Antheilen 7,5 kg rohe Salpetersäure von 36° Bé. gesetzt werden. In den Hals der Kruke wird ein genau passendes Rohr von reinem Zinn geschoben; dasselbe ist zweischenkelig gebogen und an dem einen Ende mit einem ringförmigen Ansatz versehen, um ein zu tiefes Hineingleiten in das Innere der Kruke zu verhindern. Die Fugen zwischen dem Rohransatz und dem Hals der Kruke werden mit einem steifen Brei von Leinsamenmehl und heissem Wasser verstrichen und zur grösseren Sicherheit über diesem Kitt mit einem Streifen nasser Leinwand umwickelt. Das andere Ende des Zinnrohres, welches hier die Stelle eines Helmes der Destillirblase vertritt, wird auf gleiche Weise mit einer in einem grossen Kühlfass liegenden langen zinnernen Schlange verbunden.

Sobald Alles vorgerichtet ist, lässt man anfangs wenig Dampf in den eisernen Cylinder strömen, um den Apparat langsam anzuwärmen, erst nach und nach steigert man den Dampfstrom. Nach etwa 10 Minuten beginnt die Destillation; der Dampfstrom wird gemässigt und Sorge getragen, dass der Aether in einem ununterbrochenen, etwa federkieldicken Strahl übergeht. Sobald das Destillat bei gleichem Dampfzutritt anfängt, tropfenweise zu laufen, wird der Dampfhahn geschlossen und die Operation unterbrochen. Bei gutem Gange tritt dieser Zeitpunkt nach 6 bis 7 Stunden ein.

Die Kruke wird am folgenden Tage, ohne den Rückstand zu entfernen, auf dieselbe Weise beschickt. Am dritten Tage werden jedoch nur 15 kg Spiritus nachgegossen und übergetrieben.

Die vereinigten Destillate kommen in eine kupferne Destillirblase mit doppelten Wänden, zwischen welche Dampf gelassen werden kann, und werden mit trockenem Kalkhydrat neutralisirt. Das mit der Blase verbundene Kühlrohr besteht aus Zinn und wird mit einem schnabelartigen Ansatz versehen, der in eine mit 2 kg Spiritus halb angefüllte Flasche taucht. Ein schwacher Dampfstrom reicht zur Destillation aus. Das erste Destillat ist dunkelgelb und enthält grosse Mengen Aldehyd. Man hüte sich vor der Einathmung der Dämpfe desselben, welche trotz sorgfältiger Kühlung nur unvollständig zu verdichten sind, und Betäubung, Kopfschmerzen, sowie Entzündung der Augen hervorrufen. Sobald das Destillat farblos ist und auf Lackmuspapier nicht mehr reagirt, nimmt man die Vorlage fort und ersetzt sie durch einen grossen Ballon, in welchem man das ganze Destillat sammelt. Die Destillation muss schnell zu Ende geführt werden, weil sonst gefärbter Aether übergeht.

Ameisensäureäthylester

wird durch Destillation von Oxalsäure mit Alkohol bei Gegenwart von Glycerin erhalten. Die Oxalsäure spaltet sich hierbei glatt in Kohlensäure und Ameisensäure.

Nach einem von Stinde (D. **181**, 402) angegebenen Prozess wird Alkohol mit Stärke, Braunstein und Schwefelsäure erhitzt; letztere oxydiren die Stärke zu Ameisensäure und Kohlensäure.

Essigsäureäthylester

erhält man beim Destilliren von Alkohol mit Natriumacetat und Schwefelsäure oder mit Essigsäure und Schwefelsäure. Er wird arzneilich, zu Fruchtäthern und zur Darstellung des rauchschwachen Pulvers verwendet.

Buttersäureäthylester

des Handels ist ein Gemisch von Buttersäureäthylester mit anderen ähnlich riechenden und schmeckenden Aethern und wird durch Destillation von Alkohol mit einfach rektifizirter Buttersäure [1]) und Schwefelsäure oder mit Butterseife und Schwefelsäure erhalten.

---

[1]) Die Buttersäure erhält man bei der Buttersäuregährung, wenn man Stärkekleister oder zerstampfte gekochte Kartoffeln oder auch Zucker mit heissem Wasser und etwas Weinsäure versetzt und nach einigen Tagen faulendes Fleisch oder auch faulenden Käse zusetzt; ferner auch saure abgerahmte Milch und Schlemm-

Nach einer anderen Methode geht man vom Johannisbrot, den Schoten von Siliqua dulcis, aus, die 2 % Isobuttersäure und 40 % gährungsfähigen Zucker enthalten. Die zerkleinerten Früchte und Kerne werden nach Stinde (D. 182. 493) unter Zusatz von Schlemmkreide der Gährung überlassen. Das nach einigen Wochen erhaltene Kalksalz der Buttersäure wird mit Alkohol und Schwefelsäure destillirt.

Benzoësäureäthylester

stellt man durch Sättigen einer Lösung von Benzoësäure in Aethylalkohol mit Chlorwasserstoff und Abscheidung des Esters durch Zusatz von Wasser dar.

Salpetrigsäure- und Essigsäureamylester

werden ähnlich wie die entsprechenden Aethylester aus Amylalkohol erhalten [1]).

Valeriansäureamylester

stellt man durch Oxydation des Gährungsamylalkohols mittelst Kaliumbichromat und Schwefelsäure dar [2]):

$$\underset{\text{Amylalkohol}}{3C_5H_{12}O} + \underset{\text{Sauerstoff}}{2O_2} = \underset{\text{Valeriansäureamylester}}{(C_5H_{11})O(C_5H_9O)} + \underset{\text{Valeriansäure}}{C_5H_{10}O_2} + \underset{\text{Wasser}}{3H_2O}.$$

Die Reaktion ist anfangs so lebhaft, dass nicht erhitzt zu werden braucht; erst am Schluss destillirt man. Um im Destillat die Säure vom Ester zu trennen, neutralisirt man mit Soda, wobei sich letzterer ölig abscheidet.

Das valeriansaure Natron liefert unter Zusatz von Schwefelsäure und Amylalkohol eine neue Portion des Esters.

Caprinsäureamylester

wird im Gemenge mit den Estern der Capryl- und Capronsäure erhalten, wenn man die flüchtigen Säuren des Kokosfettes [3]) mit Amylalkohol und Schwefelsäure behandelt; der ölige Aether wird durch Waschen mit Wasser, Soda und Rektifiziren gereinigt.

Er ist dem durch Destillation von Wein erhaltenen Weinöl ähnlich und wird als Cognacöl zur künstlichen Darstellung von Cognac benutzt.

---

kreide. Man überlässt die Masse an einem warmen Ort sich selber und ersetzt unter Umrühren von Zeit zu Zeit das verdunstende Wasser. Es bildet sich zuerst milchsaurer, dann buttersaurer Kalk; derselbe wird in das Natronsalz verwandelt und dieses mit Schwefelsäure zerlegt. Durch fraktionirte Destillation trennt man die Buttersäure von der vorhandenen Essigsäure und Capronsäure.

[1]) Man stellt den Amylalkohol aus dem Fuselöl des Kartoffelrohspiritus dar, indem man diesen mit dem gleichen Volumen Wasser mischt und die oben abgeschiedene ölige Schicht erst bei 125 bis 140°, dann bei 130 bis 135° rektifizirt. Es gibt zwei isomere Gährungsamylalkohole (ausser vier anderen Isomeren), die sich aber nur durch ihr Verhalten gegen den polarisirten Lichtstrahl unterscheiden; zu trennen sind sie unter der verschiedenen Löslichkeit der ätherschwefelsauren Barytsalze. Vergl. auch S. 561.

[2]) Valeriansäure erhält man ausser bei obigem Prozess auch durch Oxydation des Amylalkohols mit Kaliumpermanganat.

[3]) Erhalten durch Verseifen des Fettes, Zerlegen der Seife mit Schwefelsäure und Destilliren mit Wasserdampf. Vergl. auch A. **157**. 264; B. **6**. 1183. Die Caprinsäure hat Buisine aus Wollschweiss erhalten (W. J. **1887**. 674).

Verwendung finden die erwähnten Ester, nach dem Lösen in Alkohol in der Fabrikation der Spirituosen, in der Parfümerie und der Konditorei; häufig setzt man ihnen noch etwas Chloroform zu.

Zur künstlichen Rumdarstellung dient besonders Salpetersäure- und Ameisensäureäthylester.

Die Zusammensetzung der aus den Estern bereiteten Fruchtäther ist folgende:

Ananasäther.

Amyläther, baldriansaurer 130 g, Butteräther 30 g, Spiritus 840 g.

Apfeläther.

Amyläther, baldriansaurer 100 g, Salpeteräther 50 g, Essigäther 50 g, Aldehyd 7,5 g, Spiritus 792,5 g.

Aprikosenäther nach Hoffmann.

Amyläther, buttersaurer 190 g, Bittermandelöl 35 g, Spiritus 775 g.

Birnenäther.

Amyläther, essigsaurer 200 g, Salpeteräther 100 g, Essigäther 50 g, Spiritus 650 g.

Erdbeeräther, englischer nach Hoffmann.

Amyläther, ameisensaurer 9 g, Amyläther, buttersaurer 9 g, Essigäther 13 g, Amyläther, baldriansaurer 18 g, Amyläther, essigsaurer 27 g, Veilchenessenz 9 g, Spiritus 915 g.

Himbeeräther.

Birnenäther 60 g, Chloroform 16 g, Rosenöl 6 Tropfen, Portugalöl 2 Tropfen, Essigäther 8 g, Veilchenblüthenessenz 100 g, Citronenöl 2 Tropfen, Himbeerspiritus 600 g, Spiritus 216 g.

Kirschäther, englischer nach Hoffmann.

Amyläther, essigsaurer 15 g, Bittermandelöl 10 g, Pomeranzenöl, süsses 1 g, Zimmtöl 2 g, Amyläther, buttersaurer 8 g, Citronenöl 2 g, Nelkenöl 2 g, Spiritus 960 g.

Pfirsichäther, englischer nach Hoffmann.

Amyläther, baldriansaurer 100 g, Essigäther 20 g, Amyläther, buttersaurer 100 g, Bittermandelöl 10 g, Spiritus 770 g.

Halogenderivate.

Chloroform $CHCl_3$

wurde 1831 von Liebig und von Soubeiran dargestellt und von Simpson 1848 als Anästheticum eingeführt.

Darstellung. a) Man erwärmt Alkohol mit Chlorkalklösung. Nach Günther entsteht hierbei zunächst durch Oxydation des Alkohols Kohlensäure, welche Unterchlorigsäure aus dem Chlorkalk freimacht; in weiterem Verlauf entsteht Aldehyd und Chloral (s. unten), das durch Aetzkalk in Chloroform zerlegt wird (vergl. auch Jodoform).

In der Technik verwendet man zum Erhitzen des Alkohols mit Chlorkalk eiserne Gefässe von 1,40 m Höhe und 2,00 m Durchmesser, die mit einem Rührwerk, einem Mannloch zum Einfüllen des Chlorkalkes, sowie mit Einleitungsröhren für Dampf und für Wasser versehen sind. Am oberen Rande des Entwicklers befindet sich eine durchlochte Bleiröhre, die mit der Wasserleitung in Verbindung steht. Eine Röhre mit starkem Gefäll leitet die entwickelten Dämpfe in den Kühler.

Chlorkalk mit 20 bis 22 wirksamen Chlor gibt die beste Ausbeute; niedriggrädiger Chlorkalk gibt eine schlechte Ausbeute, weil nicht genug unterchlorige Säure vorhanden ist; mit höhergrädigem Chlorkalk erhitzt sich die Mischung zu stark, wodurch die Ausbeute auch geringer wird. Am zweckmässigsten nimmt man auf 4 Thle. Chlorkalk 3 Thle. Alkohol von 96 ° Tr. und 13 Thle. Wasser. Mit vier Entwicklern, welche je mit 400 kg Chlorkalk, 300 kg Weingeist und 1300 l Wasser beschickt sind, erreicht man eine Tagesproduktion von 125 kg Chloroform.

Bei Beginn der Arbeit leitet man erst den Alkohol in den Apparat, dann das Wasser und fügt schliesslich bei ununterbrochenem Gang des Rührwerkes den Chlorkalk hinzu. Sodann wird luftdicht verschlossen und mit Dampf erwärmt; derselbe wird abgestellt, sobald das Thermometer 40 ° zeigt. Das Rührwerk bleibt noch im Gange, bis 45 ° erreicht sind. Die Temperatur steigt langsam, und bei 60 ° hat die Reaktion ihren Höhepunkt erreicht. Etwaiges Höhersteigen der Temperatur ist durch kaltes Wasser zu verhindern, welches man aus der oben erwähnten Bleiröhre über den Apparat strömen lässt. In dem Leitungsrohr befindet sich zwischen der Vorlage und dem Kühlschiff eine Glasröhre, in welcher man bei eingetretener Reaktion einen feinen Regen von Chloroform, Alkohol und Wasser hindurchsprühen sieht. Die mit Chloroformdampf gesättigte Luft, die jetzt aus den Apparaten dringt, lässt man eine Waschflasche mit Wasser passiren, ehe sie in das Freie gelangt. Nach ungefähr 1 Minute ist dieses heftige „Blasen" vorüber und das Chloroform fängt an zu laufen. Sind aus jedem Apparat ungefähr 30 kg abdestillirt, so setzt man das Rührwerk wieder in Gang. Sobald sich im Destillat kein Chloroform mehr als schwere Schicht niederschlägt, werden die zum Auffangen des Destillates dienenden Blechkannen gewechselt und das jetzt folgende Destillat, mit Chloroform gesättigter Alkohol, so lange aufgefangen, wie sich noch Chloroform nach Schütteln mit Wasser ausscheidet. Bleibt das Destillat nach dem Schütteln mit Wasser klar, enthält es also kein Chloroform mehr, so fängt man es in besonderen Gefässen auf, bis es nur noch 3 ° Tr. zeigt; alsdann beendet man die Destillation und entfernt die Kalkbrühe durch eine Oeffnung nahe am Boden des Entwicklers.

Der besonders aufgefangene stark verdünnte Weingeist wird wieder in den Entwickler gepumpt, mit so viel Alkohol und Chlorkalklösung versetzt, dass die Charge die gleiche wie bei Beginn des Betriebes ist, und hierauf der Prozess wiederholt (Wagner's Handbuch).

Chloralchloroform kommt als ein reines Produkt in den Handel, das durch Destillation von Chloralhydrat mit Aetznatronlauge erhalten ist:

$$\underset{\text{Chloral}}{C.Cl_3.COH} + \underset{\text{Natron}}{NaOH} = \underset{\text{Chloroform}}{CHCl_3} + \underset{\text{ameisensaures Natron}}{NaHCO_2}$$

Chloroform-Pictet ist ein sehr reines Präparat, das durch Gefrierenlassen des Chloroforms bei ca. — 75 ° erhalten wird.

Von anderen Fabrikationsmethoden sind erwähnenswerth:

α) Man erwärmt Aceton oder besser das aus rohem Calciumacetat durch trockene Destillation erhaltene Gemenge mit Chlorkalk (D.R.P. Nr. 36514 für Michaelis & Mayer).

3) Man elektrolysirt eine alkoholische Lösung von Chlornatrium (D.R.P. Nr. 29711 für Chemische Fabrik auf Aktien vorm. Schering).

Eigenschaften. Farblose Flüssigkeit von eigenthümlich süsslichem Geruch und Geschmack. Das spezifische Gewicht ist 1,527; der Siedepunkt 61,2.

Es wird als Anästheticum, als Lösungsmittel und in der Farbstoffindustrie benutzt.

Prüfung s. Pharmacopoea Germanica. Nach Ramsay ist die gefährlichste Verunreinigung des Chloroforms Carbonylchlorid; eine geringe Menge desselben bedingt nach ihm die bei Chloroformnarkosen konstatirten Vergiftungsfälle.

Chloral $CCl_3.COH$; Chloralhydrat $CCl_3.CH(OH)_2$.

Durch Einwirkung von Chlor auf absoluten Alkohol hat Liebig Chloral dargestellt. Liebreich hat 1869 das Chloralhydrat als Hypnoticum eingeführt.

Zur technischen Gewinnung leitet man in Feinsprit von 96 bis 97 Vol.-% mehrere Tage einen Strom Chlor ein und fängt die entwickelte Salzsäure in besonderen Gefässen auf. 60 bis 70 kg Alkohol werden innerhalb 12 bis 14 Tagen chlorirt. Das Reaktionsprodukt bestehend aus Chloralhydrat, Chloralalkoholat $[CCl_3CH(OC_2H_5)_2]$, Trichloracetal $[CCl_3.CH(OC_2H_5)_2]$ und Chloräthyl, wird mit Schwefelsäure am Rückflusskühler erhitzt, so lange noch Salzsäure entweicht, und dann Chloral abdestillirt, das durch Rektifiziren gereinigt wird.

Beim Mischen mit 12,2% Wasser erstarrt die Flüssigkeit zu Chloralhydrat.

Eigenschaften. Chloral ist eine ölige, eigenthümlich scharf riechende Flüssigkeit vom Siedepunkt 94°.

Es bildet mit Wasser, Säuren, Alkoholen etc. Kondensationsprodukte unter Wasseraustritt. Beim längeren Aufbewahren geht es in das feste Metachloral über, das bei höherer Temperatur wieder in Chloral übergeht.

Chloralhydrat bildet leicht lösliche Krystalle vom Schmelzpunkt 48°.

Chloräthyl C_2H_5Cl; Bromäthyl C_2H_5Br; Jodäthyl C_2H_5J

werden durch Destillation von Alkohol mit Schwefelsäure und Kochsalz resp. Bromkalium gewonnen. Jodäthyl erhält man am besten durch Eintragen von Jod in Alkohol, der rothen Phosphor enthält. Entsprechend lässt sich Bromäthyl gewinnen.

Verwendung finden diese Präparate in der Farbstofftechnik und in der Medizin.

Jodoform CHJ_3

ist 1822 von Serullas dargestellt worden. Man erhält es durch Erwärmen von Alkohol mit Jod und Alkali oder Alkalikarbonat:

$$\underset{\text{Alkohol}}{C_2H_5.OH} + \underset{\text{Jod}}{8J} + \underset{\text{Kali}}{6KOH} = \underset{\text{Jodoform}}{CHJ_3} + \underset{\text{ameisensaures Kali}}{KHCO_2} + \underset{\text{Jodkalium}}{5KJ} + \underset{\text{Wasser}}{5H_2O}.$$

Bei Anwendung von Soda verläuft nach Günther (A. P. **1887.** 373) der Prozess wie folgt:

$$Na_2CO_3 + 2J + H_2O = HJO + NaJ + NaHCO_3;$$

$$C_2H_5.OH + HJO = C_2H_4O + HJ + H_2O;$$

$$HJ + HJO = 2J + H_2O;$$
$$C_2H_6O + 6J + 3HJO = CJ_3(COH) + 6J + 3H_2O;$$
$$CJ_3COH + NaHCO_3 = CHJ_3 + HCO_2Na + CO_2.$$

Ferner entsteht bei der Elektrolyse einer alkoholischen Jodlösung Jodoform.

Suillot versetzt eine Lösung von 50 Thln. Jodkalium, 6 Thln. Aceton und 2 Thln. Natron in 1 bis 2 l Wasser mit Natriumhypochloritlösung und erhält fast theoretische Ausbeute an Jodoform:

$$CO(CH_3)_2 + 3NaJO^{1)} = CHJ_3 + C_2H_3NaO_2 + 2NaOH.$$

Eigenschaften. Gelbe Tafeln, die bei 119° schmelzen und sich mit Wasserdampf verflüchtigen.

Als Antisepticum von grosser Bedeutung.

Knallquecksilber und Knallsilber

werden aus Quecksilber resp. Silber dargestellt, indem man eine Lösung des Metalls in Salpetersäure (SG. 1,345) in 90%igen Alkohol vorsichtig eingiesst. Der erhaltene weisse Niederschlag, $HgC_2N_2O_2 + H_2O$, wird abfiltrirt, gewaschen und vorsichtig getrocknet.

Das Knallsilber ist explosiver als das Knallquecksilber.

Man verwendet letzteres zum Füllen der Zündhütchen.

Essig. [2]

Geschichte und Vorkommen. Die Herstellung von Essig durch Vergähren von Traubensaft und anderen Fruchtsäften war bereits im frühesten Alterthum bekannt. Die Alchymisten konzentrirten ihn durch Destillation; Stahl gewann bereits 1723 durch Gefrierenlassen, Neutralisiren der erhaltenen Krystalle mit Pottasche und Destilliren des erhaltenen Kaliumsalzes mit Schwefelsäure nahezu reine Essigsäure. Die völlig reine Säure wurde zuerst 1788 von Lowitz durch wiederholte Krystallisation und Destillation erhalten. Dass bei der trockenen Destillation von Holz, Zucker etc. Essigsäure entsteht, war ebenfalls bereits den Alchymisten bekannt, doch unterschied man noch bis zum Ende des vorigen Jahrhunderts die brenzliche Essigsäure aus Holz von der brenzlichen Schleimsäure aus anderen organischen Stoffen.

Die Essigsäure kommt in Form ihrer Salze in Pflanzensäften, im Schweiss, in den Muskeln, ferner in Exkrementen etc. vor. In gährenden und faulenden Stoffen ist sie fast im freien Zustand stets enthalten.

Darstellung.

1. Durch Verdünnen der reinen Essigsäure [3], die aus den bei der Holzdestillation erhaltenen Rohprodukten gewonnen wird (s. S. 214), kann man Essig bereiten.

2. Man überlässt alkoholhaltige Flüssigkeiten einem Gährungsprozess, bei welchem unter Vermittelung von Mikroorganismen (Bakterien), die gewöhnlich unter dem Namen Mycoderma aceti zusammengefasst werden, eine Oxydation des Alkohols zu Essigsäure stattfindet [4]:

---

[1]) Aus KJ und NaClO.

[2]) Ueber Essigsäure s. S. 214.

[3]) Essigessenz, d. i. 80%ige Essigsäure, wird mit ca. 24 Thln. Wasser versetzt.

[4]) Anderweitige Verfahren s. unten. Hansen zeigte 1879, dass mindestens

$$2C_2H_6O + O_2 = 2C_2H_4O + 2H_2O;$$
Alkohol Sauerstoff Aldehyd Wasser

$$2C_2H_4O + O_2 = 2C_2H_4O_2 + 2H_2O.$$
Aldehyd Sauerstoff Essigsäure Wasser

Hiernach entstehen aus 46 kg absolut reinem Aethylalkohol und 32 kg reinem Sauerstoff resp. 107 cbm Luft: 60 kg absolut reine Essigsäure.

Die **Rohmaterialien** zur Essigbereitung sind: a) Wein; b) Branntwein (mit weniger als 10% Alkohol); c) Bier etc. (ungehopfte Würze); d) Zuckerrüben.

Man unterscheidet, je nachdem man die alkoholhaltige Flüssigkeit in Fässern gelagert der Säuerung überlässt oder mit sehr grosser Oberfläche der Luft aussetzt, das ältere, **langsame Verfahren**, das nur wenig benutzt wird, und die **Schnellessigfabrikation**.

Die Essigsäurebakterien entwickeln sich in geeigneten Lösungen, die ca. 2% Alkohol, 1% Essigsäure und 0,01% von Phosphaten des Ammoniums, Kaliums und Magnesiums enthalten, mit ausserordentlicher Schnelligkeit, wenn die Temperatur ca. 20 bis 35° beträgt und Luft frei zutreten kann. Sie bilden an der Oberfläche der Flüssigkeit eine schimmelartige Decke (**Essigkahm**), unter welcher die Säuerung stattfindet; die gebildete Essigsäure sinkt zu Boden und neuer Alkohol kann oxydirt werden.

Wenn der vorhandene Alkohol in Essigsäure verwandelt worden ist, so treten weitergehende Zersetzungen ein und die Essigsäure wird zu Kohlensäure und Wasser oxydirt: der **Essig steht ab, er wird schal**. Durch ständige Zuführung der geeigneten Menge Alkohol lässt sich diese Erscheinung vermeiden.

Hinderlich für die Entwickelung des **Bacillus aceticus** sind die **Essigälchen** (**Leptodera oxophila** resp. **Anguillula aceti**), zu den Nematoden gehörende Würmer, welche an den Wänden des Essigbilders leben [1] und bemüht sind, die essigbildende Mycodermaschicht in Lappen zu zersprengen und zu versenken, damit ihnen nicht der Zutritt der Luft abgeschnitten wird.

Ist die Mycodermaschicht unter den Spiegel der Flüssigkeit gesunken, so hört die Essigbildung auf und beginnt erst von Neuem, wenn sich eine neue Schicht gebildet hat.

Die zu Boden gesunkene, gallertartig aufgequollene Mycodermaschicht wird **Essigmutter** genannt.

Weiterhin wird die Essigbildung durch brenzliche und empyreumatische Stoffe, etwa Holzessig, gehemmt; ferner durch wenig schweflige Säure, Karbolsäure und andere antiseptische Stoffe. Gleichfalls hält eine Temperatur von 45° die Säuerung auf; auch direktes Sonnenlicht ist schädlich.

Der Prozess der Essigbildung beim Lagern von verdünnten alkoholhaltigen Flüssigkeiten (älteres, langsames Orléansverfahren) ist mit Sicherheit auf den Vegetationsprozess des Bacillus aceticus zurückzu-

---

[illegible] Bakterienspezies bei der Essigsäurebildung eine Rolle spielen: Bacterium aceti und Bacterium Pasteurianum.

[1] Bei der Schnellessigfabrikation siedeln sie sich zwischen den Hobelspänen an.

führen. Schwieriger ist die Erklärung der Vorgänge bei der Schnellessigfabrikation, bei welcher die alkoholhaltige Flüssigkeit in sehr grosser Oberfläche, auf Hobelspähnen vertheilt, der Einwirkung der Luft ausgesetzt wird. Für einen rein chemischen Prozess bei der Essigbildung spricht es, dass dieselbe bei Anwendung von nur Wasser, Essigsäure und Alkohol ohne Zusatz von Nährsalzen (s. oben) eintritt und dass die Hobelspähne in den Essigbildern nur geringe Mengen Bakterien enthalten. Dagegen spricht für die Mitwirkung von Bakterien, dass antiseptische Stoffe die Essigbildung aufhalten und beim Einschalten eines neuen Essigbilders in den Betrieb mehrere Tage vergehen, bis derselbe Essig liefert.

Steinmetz (Ch. Z. 1892. 1723) stellt für die Gährungserscheinungen bei der Schnellessigfabrikation folgende Sätze auf:

Die Umwandlung des Alkohols in Essig bewirken in den Essigbildern verschiedene Spezies des Essigferments, deren Eigenart durch den Säuregehalt des Essigs bedingt wird.

Diejenigen Spezies, die höherprozentigen Essig produziren, entwickeln sich unter sonst gleichen Verhältnissen langsamer als solche, die Essig von niederem Prozentgehalt erzeugen.

Je höher der Säuregehalt des zu produzirenden Essigs ist, um so grösser ist der Nährstoffbedarf der Fermentorganismen.

Die Lebensfähigkeit der Fermentorganismen erlischt, wenn der Säuregehalt im Essigbilder über 14 % steigt.

1. Das ältere Verfahren eignet sich hauptsächlich zur Fabrikation von Weinessig und wird in Orléans noch in grösserem Massstabe betrieben. Zur Essigbildung dienen eichene Fässer von 200 bis 400 l Inhalt, welche oben mit zwei Löchern versehen sind; ein grosses dient zum Einfüllen des Weines und zum Abziehen des fertigen Essigs, ein kleineres Loch für den Aus- und Eintritt der Luft beim Füllen und Leeren. Die Fässer lagern auf hölzernen Rahmen, die durch 40 bis 45 cm hohe Pfeiler gestützt werden. Die im Freien reihenweis neben einander gelegten Fässer bilden das Essigfeld. Da die Essigbildung bei einer Temperatur unter 15° äusserst langsam vor sich geht, muss der Betrieb im Winter unterbrochen werden. Grössere Fabriken arbeiten daher meist in niedrigen geschlossenen, gut ventilirten Räumen, in welchen die für die Essigbildung vortheilhafteste Temperatur von 25 bis 30° stets gleichmässig inne zu halten ist. Die benutzten Oefen strahlen die Wärme langsam aus und befördern die Ventilation; noch zweckmässiger sind gemauerte Züge, welche von der Feuerung eines Dampfkessels durchstrichen werden.

Bei Beginn der Essigfabrikation wird jedes Fass zum dritten Theil mit starkem Essig gefüllt, welcher das Ferment enthält. Hierauf giesst man 10 l Wein hinzu, der nöthigenfalls vorher in einem Bottich mit Buchenholzspähnen geklärt wurde. Nur mit vollkommen klarem Wein lässt sich eine günstige Essigbildung erzielen. Nach 8 Tagen ist der Wein zu Essig geworden, worauf man wieder 10 l Wein zugiesst, die sich in derselben Zeit in Essig verwandeln. Mit dem Zugiessen und Sauerwerdenlassen des Weines wird so lange fortgefahren, bis die Fässer ungefähr zur Hälfte gefüllt sind. Dann zieht man 1/3 des Fasses oder auch nur 40 l ab. Hierauf werden wieder 10 l Wein hinzugegossen und der Gährungsprozess beginnt von Neuem. Der Essig

wird stets abgezogen, wenn das Fass zur Hälfte voll ist; zugefüllt dürfen nur alle 8 Tage je 10 l werden, wenn die Essigbildung gut von Statten gehen soll.

Zur Prüfung des Säuerungsprozesses taucht man einen weissen gebogenen Stab in die Oeffnung des Fasses. Bedeckt sich derselbe beim Herausziehen mit weissem Schaum, Essigblume genannt, so ist der Essig fertig. Ist der Schaum noch roth, so ist die Gährung träge und muss durch Steigerung der Temperatur oder Hinzufügen einer Portion stärkeren Weines beschleunigt werden. Hilft dieses nicht, so muss das Fass geleert und von Neuem mit starkem, heissem Essig gefüllt werden. Nach Pasteur wird diese Stockung der Gährung von den Essigälchen verursacht.

Sollte der fertige Essig trübe sein, was bei der Verwendung schwachen Weines häufig stattfindet, so wird er wie ein trüber Wein vor dem Einfüllen auf die Lagerfässer geklärt.

Die Fässer entwickeln bei fortwährendem Betrieb jährlich noch

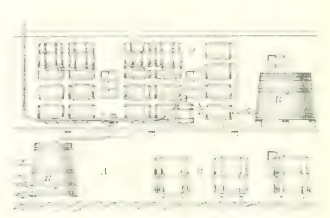


Fig. 246. Einrichtung einer Essigfabrik in Orléans.

einmal so viel Essig als ihr Rauminhalt beträgt; sie bleiben ungefähr 25 Jahre brauchbar, müssen jedoch alle 6 bis 8 Jahre vom Ansatz des Weinsteins und der Essigmutter befreit werden.

Fig. 246 zeigt die Einrichtung einer Essigfabrik in Orléans.

Die Thür T führt zu dem im Erdgeschoss gelegenen Raum B, in dem sich der Kühlbottich k für den fertigen Essig befindet. Die Wände bestehen aus schlechten Wärmeleitern, am besten Ziegelsteinen, und sind innen noch mit gestrichenen Brettern bekleidet. Ventilatoren oder verschliessbare Oeffnungen bewirken den Luftwechsel. In dem Lagerraum *O* wird eine gleichmässige Temperatur von 30° durch den Ofen *X* hergestellt. Der Bottich *R* dient zum Klären der Weine vor der Verwandlung in Essig. Der Bottich ist mit feinen 50 bis 60 cm langen Buchenholzspähnen gefüllt, die vor dem ersten Gebrauch mehrere Tage im Wasser liegen müssen und dann noch mit heissem Essig getränkt werden. Man brüht auch die neuen Fässer, die zur Essigbildung dienen sollen, erst mit kochendem Wasser und dann mit heissem Essig. Die Fässer liegen 30 cm vom Boden auf gemauerten Pfeilern in mehreren Reihen über einander. Vorrathsfässer für Wein und Essig, Eimer, Krüge, hölzerne oder irdene Trichter, Thermometer, Heber aus Glas oder Steingut vervollständigen das Inventar der Essigfabrik.

Die oben beschriebene Orléansmethode ist von Pasteur verbessert worden. Der Essigpilz wird auf Wasser ausgesät, welches mit 2% Alkohol, 1% Essig und 0,01% phosphorsauren Alkalien und Erden

gemischt ist[1]). Das Pflänzchen bedeckt in kurzer Zeit die Oberfläche und säuert den Alkohol an. Ist die Hälfte des Alkohols zu Essig geworden, so wird täglich in kleinen Mengen Alkohol, Wein oder Bier mit Alkohol zugefügt. Nach vollkommener Säuerung wird der Essig abgezogen, die Bakterienmasse gewaschen und von Neuem verwendet. Dies muss bald geschehen, da die Pflanze ohne Alkohol ihre Eigenschaften verliert. Erhält die Pflanze nicht genügend Alkohol, so theilt sie den Sauerstoff der Essigsäure mit, diese geht in Kohlensäure und Wasser über, und das Aroma des Weinessigs schwindet. Eine zu starke Entwickelung der Pflanze zerstört jedoch gleichfalls die Essigsäure, wenn auch Alkohol vorhanden ist.

Von 100 l Flüssigkeit erhält man täglich 5 bis 6 l Essig. Die Anwendung grösserer Gefässe bei niedriger Temperatur erhöht die Vorzüge dieses Verfahrens noch wesentlich.

Pasteur benutzte zugedeckte Gefässe von 1 qm Oberfläche und 20 cm Tiefe. Die Luft tritt durch zwei Oeffnungen an den Seiten ein. Mit zwei Guttapercha-Röhren am Boden des Gefässes kann man die alkoholischen Flüssigkeiten zuführen, ohne den Deckel zu entfernen oder die Mycodermaschicht auf der Oberfläche zu berühren.

Breton & Laugier in Orléans wenden das Pasteur'sche Verfahren im Fabrikbetrieb an. Ungefähr 125 l fassende Bottiche werden bei einer Temperatur von 20 bis 25° mit Wein und Essig gefüllt. Die Oberflächen der Bottiche werden mit Mycoderma besät, indem man mit einem feuchten Holzspatel etwas von dem Mycodermarasen eines anderen Bottichs abnimmt und die Schicht vorsichtig auf der Oberfläche des frisch gefüllten Bottichs ausbreitet. In 18 Stunden ist auch darauf eine Mycodermahaut entstanden, die Essigbildung hat begonnen und ist in 8 bis 10 Tagen beendet, wenn nur die richtige Quantität Wein eingefüllt war. Nun reisst die erschöpfte Mycodermaschicht und sinkt auf den Boden des Bottichs. Alsdann zieht man den erkalteten Essig ab und reinigt die Bottiche gründlich mit Wasser und Bürsten. 100 l Wein geben 95 l Essig. Das Pasteur'sche Verfahren hat keine weitergehende Verbreitung gefunden.

Malzessig, Getreide-, Bieressig. In ähnlicher Weise wie in Frankreich der Weinessig nach dem Orléansverfahren dargestellt wird, verarbeitet man in England vergohrene Malzwürze zur Essigbildung. Es wird wie in der Bierbrauerei gearbeitet, nur kocht man die Würze nicht und setzt ihr keinen Hopfen zu; nach dem Einmaischen des Malzes oder des Malzes mit Getreide wird die Würze abgekühlt, mit Oberhefe versetzt und nach der Vergährung in die Essigfässer gefüllt.

In anderen Ländern, wo nicht über reiche Weinernten verfügt wird und wo nicht die hohe Spiritussteuer die Herstellung von Branntweinessig hindert, stellt man vorwiegend letzteren dar; daneben werden auch Bier- und Weinabfälle verarbeitet. Aus Obstweinen stellt man wohl den Obstessig dar.

Der Rübenessig wird fast ausschliesslich in England und Frankreich aus vergohrenem Rübensaft gewonnen.

[1]) Dieser Zusatz von phosphorsaurem Ammoniak, phosphorsaurem Kalium und phosphorsaurer Magnesia ist bei der Arbeit mit Wein, Malzaufguss etc. nicht erforderlich.

3. **Schnellessigfabrikation.** Schon 1732 wurde von dem holländischen Arzt Boerhaave ein Verfahren der Essigbereitung angewendet, das mit der neueren Methode grosse Aehnlichkeit hat. Boerhaave stellte zwei geräumige Fässer, deren einer Boden herausgenommen und deren Spundloch verschlossen war, aufrecht auf das Lager der Essigstube, füllte beide Fässer mit Weinkämmen (abgebeerten Weintrauben), füllte das eine ganz mit dem in Essig zu verwandelnden Weine — es wurde Weinessig fabrizirt — das andere nur halbvoll. Nach 12 bis 24 Stunden wurde von dem vollen Fasse die Hälfte der Flüssigkeit abgezapft und in das halbvolle Fass gegossen, und diese Operation wurde alle 12 bis 24 Stunden wiederholt, so dass abwechselnd das eine Fass ganz gefüllt, das andere nur zur Hälfte gefüllt war. In dem halbvollen Fasse ging die Essigbildung schneller vor sich, was man an dem stechenden Dunste erkannte, der sich daraus entwickelte und daran, dass sich die Temperatur darin weit über die Temperatur der Essigstube erhob.

Das Boerhaave'sche Verfahren der Essigfabrikation lieferte so vortreffliche Resultate, dass es zumal in Frankreich viel in Gebrauch kam. In verbesserter Form wurde das Umfüllen alle 3 bis 4 Tage vorgenommen und ein Essig in $^1/_2$ Monat hergestellt, der sonst mehrere Monate zu seiner Bereitung erforderte.

Man füllt jetzt die Fässer zur Erzielung einer grösseren Oberfläche der Flüssigkeit nur so weit, dass die Spähne (Spiralen von Buchenholzspähnen), welche die Weinkämme ersetzen, benetzt werden, aber nicht unter dem Spiegel der Flüssigkeit liegen. Ferner ist durch Anbringung geeigneter Luftlöcher für die Zufuhr der erforderlichen Luftmenge Sorge getragen.

Fig. 247. Essigbilder.

Einen neueren Essigbilder zeigt Fig. 247. Ein Holzbottich von 3 bis 5 m Höhe und 1 bis 2 m Durchmesser enthält oben und unten Siebböden, so dass er in drei Theile zerlegt wird, von welchen der mittlere mit Hobelspähnen angefüllt ist. Das Essiggut, eine Mischung von Weingeist mit bis zu 10% Essig, fliesst durch das obere Sieb auf die Hobelspähne; um es in gleichmässigen Tropfen zu vertheilen, zieht man häufig durch die einzelnen Löcher des oberen Siebes Bindfäden, an die man Knoten schlingt, damit sie Halt bekommen. Der Essig sammelt sich unter dem zweiten Sieb an und fliesst durch einen Heber ab.

Die Luftzufuhr findet durch Löcher statt; durch Glasröhren im oberen Sieb wird sie an der Wand des Bilders abgeleitet. Wichtig ist es, die Temperatur innerhalb des Bilders mittelst eines eingesetzten Thermometers zu verfolgen. Dieselbe soll 31° bis höchstens 38° betragen. Vor Inbetriebsetzung eines neuen Essigbilders lässt man heissen Essig 1 bis 2 Tage lang den Apparat durchfliessen, damit sich das Holz gehörig mit Essig vollsaugen kann.

Das **Essiggut** besteht bei der Bereitung des am meisten hergestellten **Branntweinessig** aus ca. 50 bis 70 Masstheilen Weingeist von 6 bis 7 Vol.-% und 50 bis 30 Masstheilen Essig.

Die Temperatur der Essigstube beträgt anfänglich ca 38° und diejenige des Essigguts ca. 50°. Nachdem jedoch die regelmässige Essigbildung eingeleitet ist, erhält man die erstere Temperatur auf 21° und die im Essiggut auf 26 bis 27°. Nachdem das in Mengen von je etwa 6 bis 8 l aufgegossene Essiggut den Bilder passirt hat, wird es zur völligen Oxydation in ein zweites Fass gegeben, während das erste Fass mit frischem Essiggut beschickt wird. Beim Betrieb mit 10 Fässern lassen sich ca. 750 l Essig per Tag bereiten.

Eine gleichmässige Vertheilung des Essiggutes bewirkt man zweckmässig durch ein horizontales Drehkreuz, das ähnlich wie ein Segner'sches Wasserrad wirkt und die Anbringung des oberen Siebbodens im Essigbilder überflüssig macht. Das Essiggut fliesst in einen kleinen Behälter, der oberhalb des Essigbilders steht, und wird von hier periodisch in ein Trichterrohr abgehebert; dieses kommunizirt mit dem aus vier durchlochten horizontalen Röhren gebildeten Drehkreuz, aus welchem die Flüssigkeit in feinen Strahlen ausläuft. Durch den Rückstoss wird das Röhrenkreuz in Drehung versetzt. In Folge dessen wird das Essiggut völlig gleichmässig als dünner Regen über die Spähne verbreitet.

Ueber die Praxis der Schnellessigfabrikation folgen wir nachstehend den Ausführungen von Pfund (D. **211**. 280, 367).

Vor dem ersten Anfüllen des Essigbilders muss derselbe angesäuert sein. Zu diesem Zweck lässt man in ihn so lange Essig einlaufen, bis er unten in derselben Stärke abtropft.

Die Menge des Essigs, welche das Füllmaterial als Ansäuerungsessig enthält, richtet sich nach der Grösse der Bilder und der Porosität des Füllmaterials; für einen Bilder von 1 m Weite und 2 m Füllungshöhe beträgt sie bei Anwendung von gewöhnlichen Buchenspähnen ca. 300 bis 350 l, gerollten Buchenspähnen 350 bis 400 l, gerollten und neben einander aufgesetzten Spähnen 500 bis 600 l, Lindenholzkohlen 800 bis 1200 l, Strohbündeln, schichtenweis auf einander gestellt 40 bis 60 l. Die angeführten Zahlen ändern sich noch wesentlich mit der Stärke der Spähne und der Korngrösse der Kohlen.

Diesen Fonds von Essig im Füllmaterial immer in gleicher Stärke zu erhalten, ist einer der wesentlichsten Faktoren der Schnellessigfabrikation.

Als Essiggut dient entweder eine reine Mischung von Alkohol und Wasser in verschiedenen Verhältnissen (7 bis 12 Vol.-% Alkohol) oder eine solche mit wechselnden Mengen von Essig. Dieses Essiggut wird in gewissen Zeitintervallen dem Essigbilder zugeführt, in welchem es langsam nach unten fliesst.

Jeder Fabrikant hat nun seine eigene Methode, diese Aufgüsse auf einander folgen zu lassen und die einzelnen Bilder mit einander zu verbinden. Entweder arbeitet jeder Bilder für sich, und dann besteht der ganze Betrieb aus eben so viel einzelnen Betrieben, wie Bilder vorhanden sind, oder es werden zwei bis vier Bilder zu Systemen verbunden, die Hand in Hand arbeiten, aber in jeder Fabrik in anderer Weise mit einander vereinigt zu werden pflegen.

1. Jeder Bilder arbeitet für sich. Hierbei wird der Bilder immer nur theils mit Essiggut, theils mit seinem eigenen Ablauf, oder,

wenn die Essigbilder in ein gemeinsames Reservoir münden, mit Essiggut und dem Gesammtablauf derselben Bilder gespeist.

Der erste Aufguss von Essiggut bringt folgende Veränderungen im Bilder hervor: Das Gleichgewicht im Füllungsmaterial wird sofort gestört, der ganze Ansäuerungsessig in Bewegung gesetzt. Das Essiggut verdrängt zum Theil den letzteren, zum Theil mischt es sich damit; das Verdrängte sickert weiter nach unten und wirkt seinerseits verdrängend auf ein zweites Quantum Ansäuerungsessig, während am Siebboden so lange ein entsprechendes Quantum Essig abtropfen muss, bis der Gleichgewichtspunkt wieder hergestellt ist. Nach beendetem Aufguss befindet sich demnach in der oberen Schicht ein Gemisch von Essig und Essiggut, in welchem letzteres um so mehr vorherrscht und um so weniger nach unten vordringt, je langsamer und gleichförmiger die Speisung erfolgte. In der zweiten und dritten Schicht befindet sich noch unvermischter Ansäuerungsessig.

Der zweite Aufguss besteht aus dem soeben erhaltenen Ablauf, der entweder für sich, oder unter Zusatz von Alkohol oben aufgefüllt wird. Hierdurch ersetzt man einen neuen Antheil Ansäuerungsessig durch Essiggut; dasselbe wird durch die fortwährend zirkulirende Luft schon theilweise oxydirt und mit noch mehr Essig gemengt, in die zweite Schicht gedrängt, während unten Ansäuerungsessig abfliesst; dieser dient gewöhnlich zu einem **dritten Aufguss**.

Die begonnene Bewegung setzt sich fort: In der ersten und zweiten Zone ist der Ansäuerungsessig vollständig ersetzt. Das oxydirte, in Essig verwandelte Essiggut tropft als fertiges Fabrikat ab und wird auf den Sammelbehälter abgezogen. Der ganze Bilder befindet sich wieder in dem früheren Zustand der Ansäuerung und ist im Stande, ein neues Quantum Essiggut zu verarbeiten. So exakt wie hier geschildert, verläuft der Vorgang in Wirklichkeit nicht; dafür ist aber auch die Annahme von nur drei Zonen eine ganz zufällige. Gewöhnlich bildet sich eine bedeutend grössere Anzahl von Zonen. Der Vorgang bleibt derselbe. Immer muss der Bilder fertigen Essig abtropfen lassen; nie darf sich eine starke Beeinflussung der Stärke dieses Essigs durch den Charakter des gleichzeitig Aufgegossenen bemerkbar machen. Ist dies bei einem Bilder der Fall, so arbeitet derselbe schlecht, weil das Gut oben einseitig aufläuft, oder die Füllung schlecht ist.

Man ist daher für den Rückguss[1]) nicht nur an das aus dem Bilder Abfliessende gebunden. Man kann hierfür jeden reinen, genügend starken Essig verwenden; dies empfiehlt sich besonders, wenn eine bedeutende Abnahme in der Grädigkeit des Ablaufes eintritt. Das Dünnerwerden des Essigs bei grösserem Gehalt an Alkohol ist meist ein Zeichen, dass dem Bilder zu viel Arbeit zugemuthet wurde. In diesem Falle muss man, um ein immer schwächer werdendes Gemisch von Essig und Essiggut, sowie einen grossen Verlust an Alkohol zu vermeiden, die Anzahl der Rückgüsse oder der Zonen vermehren; letzteres geschieht durch ein verringertes Quantum der einzelnen Aufgüsse. Die Verstärkung wird aber schneller eintreten, wenn man nicht nur den allmählich stärker werdenden Ablauf desselben Bilders, sondern sofort

---

[1]) Als Rückgüsse werden die Aufgüsse bezeichnet, die kein Essiggut [illegible]

kräftigen Essig als Ersatz des angegriffenen Ansäuerungsessigs anwendet.

2. Die Bilder arbeiten in Systemen. Das Prinzip ist hierbei genau dasselbe wie oben angegeben, nur die äussere Form ist eine andere. Während die erste Methode für grössere Bilder geeignet ist, wird die zweite für kleinere empfohlen. Der Betrieb ist komplizirter und stellt höhere Ansprüche an die Intelligenz der Arbeiter.

Es kommt Alles darauf an, den ganzen stehenden Inhalt jedes Bilders in kräftigem Zustande zu erhalten und den ausgelaugten Ansäuerungsessig sogleich wieder zu ersetzen. Geschieht dies immer, giesst man den Ablauf des Bilders, der fertigen Essig liefert, systematisch auf die übrigen zurück, so kann man auch nach dieser Methode günstige Resultate erzielen.

Die Faktoren der Leistungsfähigkeit eines Essigbilders sind:

a) Die Grösse des Bilders. Im Allgemeinen richtet sich unter gleichen Verhältnissen die Leistungsfähigkeit eines Essigbilders nach seiner Grösse, doch ist das Maximum der praktisch vortheilhaften Grösse bald erreicht. Die Leistungsfähigkeit grosser Bilder ist relativ geringer als die der kleineren. Ueberdies ist es sehr schwierig, die richtige Temperatur im Inneren der grossen Bilder, besonders bei Aenderungen der Witterung, zu erhalten. Zweckmässig sind nach P. Pfund Bilder von 1 bis 1,5 m Weite und 2 bis 2,5 m Höhe.

b) Beschaffenheit und Art des Füllmaterials. Dem Füllmaterial fällt die Aufgabe zu, das Essiggut der Luft in möglichst grosser Oberfläche darzubieten und dadurch die Oxydation zu beschleunigen, ferner den Ansäuerungsessig in sich aufzunehmen, welcher den Weg des Essiggutes genügend verlangsamt, um den Weingeist vollständig in Essigsäure zu verwandeln. Es kommt daher nicht nur auf die grosse Oberfläche, sondern auch auf die Masse und Porosität desselben an. Eine Füllung mit gesetzten Buchenholzspähnen ermöglicht durch gleichmässigere Zirkulation der Luft eine vollkommenere Oxydation des Essiggutes und ist daher, trotz höherer Anlagekosten, den anderen am Anfang erwähnten Füllungen vorzuziehen [1]).

c) Zusammensetzung und Vertheilung des Essiggutes. Die Mischung des Essiggutes aus Spiritus, Wasser und fertigem Essig, namentlich der Gehalt an Alkohol hat bedeutenden Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des damit beschickten Bilders. Die Anzahl von Liter-% Essig, welche ein Bilder zu liefern vermag, ist in hohem Grade abhängig von der Stärke des Essigs, den man erzielen will. Liefert z. B. ein Bilder 30 Liter-% Essig von 6 % Säure, so gibt er kaum 30 l zu 9 %, demnach nur 27 Liter-%, kaum 15 l zu 12 %, also nur 18 Liter-%.

Die Oxydation verläuft nämlich von einer gewissen Grenze an um so langsamer und schwieriger, je hochgrädiger an Essigsäure die zu oxydirende Flüssigkeit bereits ist, und wird Null, sobald das Produkt einen Gehalt an Essigsäure von ca. 12 % zeigt. Bei Essigstärken, die

---

1) Insbesondere ist ein Zusatz von Platin nach Pfund nicht zu empfehlen, da dasselbe zu reichlicher Aldehydbildung Anlass gibt.

sich dieser Grenze nur nähern, ist eine vortheilhafte Ausnutzung der Leistungsfähigkeit eines Essigbilders nicht zu erwarten.

Ist der Fabrikant nicht an die Erzeugung einer gewissen Essigstärke gebunden, so ist die am vortheilhaftesten zu erzielende Essigstärke 6 bis 7 %.

Der Zusatz von fertigem Essig zur Essigmischung beeinflusst ebenfalls die Leistungsfähigkeit eines Bilders; setzt man nämlich so viel starken Essig zum Gut, dass, nachdem das Essiggut sich mit dem Ansäuerungsessig der obersten Schicht gemengt hat, dieses Gemisch schon stärker als 6prozentig ist, so wird die Leistungsfähigkeit des Essigbilders gerade nur unter den ungünstigsten Verhältnissen in Anspruch genommen; man bringt damit Essiggrade, die anderwärts ebenso unvortheilhaft gewonnen wurden, hinein, während sie derselbe Bilder mit grösster Leichtigkeit und Schnelligkeit selbst hätte erzeugen können.

Der Zusatz von fertigem Essig zum Essiggut bietet übrigens den Vortheil, die Verdampfung des Alkohols zu beschränken.

Eine unerlässliche Bedingung zur vollständigen Ausnutzung des Füllmateriales ist eine möglichst gleichmässige Vertheilung der aufgegossenen Flüssigkeit auf die Oberfläche des ersteren.

d) Temperatur und Luftreinheit. Die Leistungsfähigkeit eines Essigbilders ist bis zu ca. 47,5° um so grösser, je höher die Temperatur im Füllungsraum steigt. Bei etwa 5° ist die Leistung eines Bilders noch Null; bei 15° ist die Oxydation noch so schwach, dass ein mehr als mittelgrosser Bilder nur ca. 12 l Essig von kaum 6% Säuregehalt pro Tag lieferte, wobei der Essig noch 1,5 bis 2% unveränderten Alkohol enthielt. Mit der grösseren Leistungsfähigkeit bei höherer Temperatur steigt auch der Verlust an verdampfendem Alkohol; schon bei einer Temperatur von 31 bis 32° soll der Vortheil der vermehrten Essigproduktion durch den grösseren Alkoholverlust mehr als aufgewogen werden.

Die Temperatur im Inneren des Bilders hängt hauptsächlich von der Lufttemperatur der Essigstube ab. Wird die Differenz zwischen Luft- und Apparattemperatur auffällig kleiner, so muss man auf zu langsame Oxydation schliessen.

Die Luft im Essiglokal muss stets möglichst rein erhalten werden, ohne die Temperatur wesentlich zu beeinflussen. Die Ventilation findet am besten statt, wenn die frische Luft fortwährend in regulirbaren Mengen am Boden einströmt, während die verdorbene oben durch Schlote abzieht.

Von grosser Bedeutung ist die Beanspruchung der Leistungsfähigkeit eines Essigbilders.

Nach jedem Aufguss findet im Füllmaterial des Bilders eine Bewegung des Ansäuerungsessigs nach unten statt; bei tadelloser Konstruktion und sorgfältiger Beschickung des Bilders wird der Ablauf keine Theile des soeben Aufgefüllten enthalten, sondern das Oxydationsprodukt früherer Aufgüsse sein, welche auf ihrem Wege durch die Füllung ihrem gesammten Alkohol nach in Essig verwandelt wurden.

Fällt der Zeitpunkt, wo der letzte Theil von Alkohol verschwunden ist, mit dem Augenblick zusammen, in welchem die Flüssigkeit das Füllmaterial verlässt, so hat man den Apparat genau auf seine Leistungsfähigkeit in Anspruch genommen.

Ein Essigbilder arbeitet nur dann mit dem grössten Vortheil, wenn er auf seine ganze Leistungsfähigkeit, aber auch nur auf diese in Anspruch genommen wird.

Ist die von einem Bilder beanspruchte Leistung während längerer Zeit verschieden von seiner effektiven Leistungsfähigkeit, so treten Unfälle ein, welche folgende Ursachen haben können.

α) Die Leistungsfähigkeit eines Bilders wird zu wenig in Anspruch genommen. Beschickt man einen in voller Thätigkeit befindlichen Bilder zu schwach oder gar nicht, lässt man ihm ferner zu wenig Alkohol zur Oxydation zukommen, so dass dieser schon vollständig gesäuert ist, ehe die Flüssigkeit das Füllmaterial verlässt, so wird der Ansäuerungsessig selbst angegriffen. Ein längeres Aussetzen der Aufgüsse oder die Verwendung schwächeren Essiggutes ist um so gefährlicher, je lebhafter der Bilder zuvor in Thätigkeit stand und je höher seine innere Temperatur gestiegen war; dasselbe wird aber gefahrlos, wenn letztere in Folge niederer Lokalwärme allmählich so weit fällt, dass die Oxydation von selbst aufhört. Der Temperaturabnahme entsprechend muss der Spirituszusatz vermindert werden. In dieser Art kann man nöthigen Falles den Betrieb unterbrechen.

Wird hingegen die Thätigkeit des Bilders nicht rechtzeitig durch Abkühlung zum Stillstand gebracht, so findet eine Oxydation des fertigen Essigs, eine Umwandlung desselben in Kohlensäure und Wasser statt und zwar zunächst in den tiefsten Schichten des Bilders. Die Kohlensäure entströmt dann den Zuglöchern des Bilders, und seine Temperatur hält sich auf bedeutender Höhe.

Um den vollständigen Verlust der Füllung zu verhindern, muss man entweder dem Bilder ein sehr starkes Quantum Alkohol zur Verarbeitung übergeben, oder man muss zur Beschickung eine langsam oxydirende Mischung anwenden. Dies geschieht in folgender Weise. Nachdem alle Zuglöcher des Bilders verstopft sind, macht man einen Aufguss von starkem, mit 3 bis 4 % Spiritus versetztem Essig; nach 2 Stunden lüftet man die Löcher auf ½ Stunde und wiederholt diese Manipulation, bis nicht mehr Kohlensäure ausströmt. Bei der nächsten Beschickung setzt man dem Gut etwa 25 % fertigen Essig zu und benutzt an Stelle der „Rückgüsse" kräftigen Essig, bis der Ablauf wieder die normale Stärke erreicht hat.

β) Die Leistungsfähigkeit eines Bilders wird überschritten. Ist ein Bilder nicht im Stande, die aufgefüllte Mischung vollständig zu säuern, so zeigt der Ablauf einen starken Gehalt an unverändertem Alkohol (1 bis 6 %). Die Temperatur im Inneren des Bilders sinkt, und die Oxydation stockt, indem sich reichliche Mengen von Aldehyd bilden.

Zur Wiederherstellung des Bilders verringert man zunächst den Zusatz von Alkohol zum Essiggut um 2 bis 3 % und lässt den Bilder wohl auch täglich einige Stunden ohne Aufgüsse. Den alkoholhaltigen Ablauf benutzt man nicht zum „Rückguss", sondern starken Essig von 22 bis 25 ° Wärme. Gleichzeitig erhält man die Temperatur des Lokales auf 20 bis 22 °, bei kleineren Bildern auf 22 bis 27 °.

Bei sehr heruntergekommenen Bildern kann man eine geringe Menge eines „Fermentes" hinzufügen. Ein solcher Zusatz aus Honig, Syrup, Malzabsud etc. vermag bei zu schwach arbeitenden Bildern die

Innentemperatur zu erhöhen und die Oxydation zu beleben. Sobald die Temperatur wieder regelmässig steigt, wird die Erwärmung des Aufgusses und der Zusatz von Ferment unterlassen. Derselbe ist nach Pfund überhaupt nur in diesem einen Nothfall statthaft. Ein Bilder von richtiger Konstruktion wird bei sachgemässer Leitung des Betriebes stets ein Fabrikat liefern, das weder an Quantität noch an Qualität durch ein Ferment gebessert werden kann.

Bei Abnahme der Essigstärke ist es von grösster Wichtigkeit, die wirkliche Ursache derselben festzustellen, wobei Folgendes als Anhalt dienen kann.

Eine Konsumtion von Essigsäure findet statt: bei sehr hoher Temperatur im Inneren des Bilders; bei einem geringen oder gar entgegengesetzten Zug im Bilder; bei gänzlicher Abwesenheit von Alkohol im Ablauf; bei stark alkoholischem Geruch im Lokal. — Eine unvollkommene Oxydation ist die Ursache des Rückganges: bei einer verhältnissmässig niederen Temperatur im Inneren des Bilders; bei einem bedeutenden Gehalt des Essigs an Alkohol; bei Anwesenheit von Aldehyd im Ablauf und in der aus dem Bilder entweichenden Luft, welche dann obstartig riecht.

Anderweitige technische Verfahren.

a) Von **Villon** ist ein Apparat zur Schnellessigfabrikation konstruirt worden, der gute Betriebsergebnisse liefern soll und in Fig. 248 abgebildet ist.

Er besteht aus dem spiralförmigen Rad *AB* von 2 m Durchmesser und gleicher Breite; dasselbe dient als **Essigbilder**. Die Spiralen sind 10 cm von einander entfernt und bestehen aus emaillirtem Eisenblech oder auch nur aus Eisenblech, das mit einer starken Schicht von Guttaperchalack bedeckt ist. Die ganze Länge der Spirale beträgt ungefähr 30 m. Beide Seiten des Essigbilders sind durch Deckel aus Eisenblech geschlossen, welche innen mit Guttaperchalack gestrichen sind; sie sind bei der Reinigung des Apparates leicht zu entfernen; die letzte Spirale bildet den Kanal *A*. Zwischen den Spiralen ist der Raum mit Buchenholzspähnen gefüllt; diese können eventuell durch Holzkohle ersetzt werden,

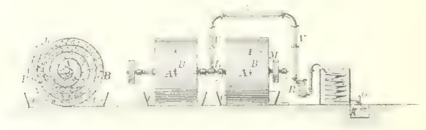


Fig. 248. Apparat zur Schnellessigfabrikation von Villon.

welche mit Chlorwasserstoffsäure gereinigt ist. Der Apparat bewegt sich auf zwei Achsen oberhalb des Gefässes *C*, in welchem sich die alkoholische Flüssigkeit befindet. Der Deckel des Gefässes *C* hat eine Oeffnung für den Durchgang des Essigbilders.

Der Betrieb findet in folgender Weise statt: Sobald der Essigbilder sich in der Richtung des Pfeiles dreht, dringt die Flüssigkeit durch die Oeffnung *b* und folgt allen Windungen der Spirale, bis sie

durch den Kanal *A* ausfliesst. Bei jeder Umdrehung wird von Neuem Flüssigkeit aufgenommen und durch die Spirale getrieben. Ein Luftsaugerohr in *A* ersetzt fortwährend die durch die Essigbildung verdorbene Luft; durch die Oeffnung *b* eintretend, durchstreicht die Luft alle Spirale.

Wie Fig. 248 zeigt, sind zwei Essigbilder mit einander verbunden. Der erste *B* wird von der Welle *P* getrieben und dreht sich in der Richtung des Pfeiles; der zweite *B*, den die Welle *M* bewegt, dreht sich in entgegengesetzter Richtung. Beide Apparate kommuniziren mittelst des Kanales *A A'* und sind durch eine Muffe *L* verbunden, durch welche die Saugröhre *V* der Pumpe *R* geht. Die Aufsaugung der Luft findet in beiden Apparaten gleichzeitig statt. Die von der Luft aufgenommenen Essigsäure- und Alkoholdämpfe werden in einer Kühlschlange kondensirt, und der Niederschlag fliesst in die grosse Flasche *K*; die Luft tritt durch das Rohr *O* aus.

Die Flüssigkeit des ersten Essigbilders gelangt durch den Kanal *A* in den zweiten; da dieser sich aber in entgegengesetzter Richtung dreht, läuft sie in den Spiralen hinunter und wird in das Gefäss *C* des zweiten Bilders geschleudert. Dort sammelt sie sich und wird mittelst eines Hebers in das erste Gefäss eines anderen Apparatenpaares geleitet. Derselbe Prozess beginnt nun von Neuem und wird noch in einem dritten Apparatenpaar wiederholt.

b) Döbereiner beobachtete zuerst, dass Alkoholdämpfe bei der Berührung mit Platinmohr in Essigsäure übergehen und zwar findet diese Oxydation um so lebhafter statt, je höher die Temperatur ist; wird sie bei ca. 35° eingeleitet, so steigert sie sich allmählich, bis Explosion erfolgt. Trotz mehrfacher Versuche ist es nicht gelungen, das Verfahren mit Erfolg technisch zu verwerthen.

c) Mittelst Ozon soll in Amerika in grossem Massstab Essig bereitet werden (D. **205.** 577; W. J. **1874.** 785).

d) Mit grossem Erfolg beseitigt man die ausserordentlichen Verluste bei der Fabrikation dadurch, dass man die Luft vor ihrem Austritt ins Freie durch Wasser leitet und dadurch von Alkohol- und Essigdämpfen befreit. Um jedoch hierbei den Luftzug nicht zu beeinträchtigen, muss die Luft durch die Essigbilder gesaugt werden. Entsprechende Einrichtungen sind in englischen Fabriken durchgeführt.

Die Ausbeute beträgt bei der Schnellessigfabrikation nur ca. 80 % der theoretischen. Während durch Oxydation 10000 Liter-% Alkohol theoretisch 103,5 kg reiner Essigsäure entsprechen, erhält man nach Bronner bei sorgfältigem Betrieb aus 10000 Liter-% Alkohol 693,6 kg Essigsäure von 12,2 % resp. 84,6 kg reine Essigsäure, d. h. der Fabrikationsverlust beträgt 18,3 %.

Hauptsächlich ist der Verlust auf das Verdunsten von Alkohol, Aldehyd und Essigsäure zurückzuführen; bei mangelhaftem Betrieb kann er bis auf 50 % anwachsen. Im Allgemeinen liefert 1 hl 50 %iger Alkohol

13	7,9	5,6	3,9 hl
3-	5-	7-	10 %igen Essig.

Es entspricht

Weingeist mit m % Alkohol	Essig mit n % Essigsäure	Weingeist mit m % Alkohol	Essigsäure mit n % Essigsäure
m =	n	m	n =
5,4 bis 5,5	5	9,8 bis 9,9	9
6,5 bis 6,6	6	10,9 bis 11,0	10
7,6 bis 7,7	7	11,9 bis 12,1	11
8,7 bis 8,8	8	13,0 bis 13,2	12

Eigenschaften. 1. Reine Essigsäure ($C_2H_4O_2$) ist eine wasserklare, stark sauer riechende Flüssigkeit vom SG. 1,055 (bei 15°) und vom Siedepunkt 118°. Sie erstarrt in der Kälte krystallinisch und schmilzt alsdann bei 17°. (Vergl. auch S. 222 bei Essigsäure aus Holz.) Essigessenz ist eine 80%ige Essigsäure.

2. Reiner Essig ist eine helle, durchsichtige, sauer, aber nicht brenzlich riechende Flüssigkeit, die je nach ihrer Herkunft verschiedene Zusammensetzung zeigt. Gewöhnlich wird er mit Zuckercouleur gelb oder mit Alkannawurzel roth gefärbt.

Die einzelnen, schwer von einander zu unterscheidenden Essigsorten sind folgende:

a) Weinessig enthält ausser 6 bis 8% Essigsäure noch Bernsteinsäure, Glycerin und insbesondere Ester, welche ihm seinen eigenthümlichen Geruch verleihen. Charakteristisch ist der Gehalt an ca. 0,05% Weinstein.

b) Branntweinessig enthält 3 bis 8% Essigsäure, ferner Essigäther. Beim vorsichtigen Verdampfen verbleibt kein Rückstand.

c) Bier-, Malz-, Stärkezuckeressig mit ca. 2 bis 5% Essigsäure sind durch den Gehalt an Dextrin, Phosphaten und Stickstoffbestandtheilen ausgezeichnet.

Frischer Essig enthält ausserdem noch meist Aldehyd.

Schwacher Essig schimmelt an der Luft; es entwickeln sich viel Essigale und am Boden zeigen sich Klumpen der Essigmutter (s. S. 604).

Untersuchung. Zur Verfälschung dienen Mineralsäuren, Oxalsäure, Weinsäure und scharfe Pflanzenstoffe, wie spanischer Pfeffer, Ingwer etc.

1. Man erkennt die Mineralsäuren durch Zusatz von Methylviolettlösung, welche keine Färbung (grün) veranlassen darf. Zur Bestimmung freier Schwefelsäure muss man zunächst durch Eindampfen und Behandeln mit Alkohol die vorhandenen Sulfate entfernen; dann erst wird mit Baryumchlorid gefällt. Salzsäure wird im Destillat des Essigs mit Silbernitrat bestimmt.

2. Durch den Geschmack erkennt man die Gegenwart scharfer Pflanzenstoffe, wenn man den Essig stark eindampft, den Rückstand wieder auflöst und kostet.

3. Der Gehalt an Essigsäure wird durch Titriren mit Normalammoniumlösung festgestellt. Gefärbter Essig ist erst durch Thierkohle zu entfärben. Zur bequemen volumetrischen Bestimmung der Essigsäure sind verschiedene handliche Apparate (Acetometer) konstruirt worden, z. B. von Hartmann & Hauers (Hannover).

Verwendung. Der Essig wird zu Speisezwecken benutzt. Aus reiner Holzessigsäure stellt man die Essigessenz dar, die zur Bereitung von Speiseessig etc. dient.

Bier.

Bier ist ein im Zustand der Nachgährung befindliches, alkohol- und kohlensäurehaltiges Getränk, das aus Malz (Gerste) und Wasser unter Zusatz von Hopfen und Hefe durch alkoholische Gährung bereitet ist[1]).

Geschichtliches. Die alten Aegypter waren schon im frühesten Alterthum mit der Bereitung des Bieres bekannt, wie dies aus aufgefundenen Beschreibungen einer pharaonischen Brauerei, aus Bemerkungen in Todtenbüchern und Grabschriften deutlich hervorgeht. Das Bier wurde von den alten Aegyptern so geschätzt, dass sie die Erfindung des Bierbrauens dem Osiris zuschrieben. Sie verstanden es, verschiedene Sorten von Bier aus gemälztem Getreide mit Safran und Gewürzen, jedoch ohne Hopfen herzustellen.

Von Aegypten aus verbreitete sich zunächst die Kenntniss der Bierbereitung unter den Aethiopiern und Hebräern. Nach Herodot und Diodor, welche das ägyptische Bier Gerstenwein (Zythos) nannten, war das Bier bei den Griechen wenig beliebt.

Armenier und Scythen brachten wahrscheinlich die Kenntniss des Bierbrauens von Aegypten nach dem Innern Asiens, und die von dort auswandernden Völker nahmen die erlernte Kunst mit nach ihrer neuen Heimath, nach Spanien und Gallien. Wie Plinius erwähnt, nannten die Gallier ihr aus Gerste und Weizen gebrautes Bier cervisia. Uebrigens hielten auch die Römer, gleich den Griechen, das Bier für ein sehr geringes Getränk.

In Deutschland war die Bierbereitung schon in den ältesten Zeiten bekannt: der Name leitet sich von dem altsächsischen bere, d. i. Gerste ab. Tacitus bezeichnet in seiner „Germania“ das deutsche Bier als eine Art schlechten Weines, der aus Gerste oder Korn gebraut sei.

Eine wesentliche Verbesserung des Bieres begann zur Zeit Karls des Grossen, als der Hopfen zur Bereitung desselben verwendet wurde. Man braute zumal in den Klöstern sehr gute Biere, die je nach der Stärke als Pater- und Konventbiere bezeichnet wurden; Lagerbiere stellte man seit dem 13. Jahrhundert her. Als den Bürgern erst das Recht zum Bierbrauen ertheilt war, entwickelte sich die deutsche Brauerei bald zu hoher Vollkommenheit. Hamburger, Bremer, Lüneburger und Eimbecker Biere wurden bis nach Alexandrien und Kairo verschickt. Im Jahre 1492 braute Christian Mumme in Braunschweig ein Bier, das bald so beliebt war, dass es bis nach Indien versandt wurde. Bei seinen Bemühungen, das Hamburger Bier nachzuahmen, gelang Kurt Broihan 1526 die Bereitung seines geschätzten Bieres. Zur selben Zeit braute man in Goslar die erste Gose und etwas später um 1540 wurde in Nürnberg von dem Holländer Hans Kraene Weissbier hergestellt.

---

[1]) Alle übrigen, aus sonstigen Materialien bereiteten ähnlichen Getränke dürfen nur unter bestimmt bezeichnenden Namen (z. B. Bier aus Reis als Reisbier) in den Handel gebracht werden.

In England verstanden schon die alten Briten die Bereitung des Ale; aber erst seit dem 15. Jahrhundert wird das Bier mit Hopfen gewürzt, da derselbe so lange als gesundheitsschädlich verboten war. Das bekannte Porterbier des Braumeisters Harwood wurde zu Anfang des vorigen Jahrhunderts fabrizirt.

Während der letzten Jahrhunderte hatte die deutsche Bierbrauerei wesentlich an ihrer Bedeutung verloren; erst seit ungefähr 50 Jahren gelang es den Bemühungen der Wissenschaft und einer hoch entwickelten Technik, dem deutschen Bier wieder einen Platz auf dem Weltmarkt zu sichern.

Die Rohmaterialien zur Bierbrauerei sind Gerste, Weizen, Mais, Reis etc., Hopfen, Wasser.

Getreide.

1. Gerste. Als Braugerste verwendet man vorzugsweise die Sommerfrucht von Hordeum distichum nutans und erectum und zwar die zweizeiligen Sorten. Durch sorgsame Kultur sind besonders geschätzte Arten gezüchtet, wie Chevalier-, Hanna-, Ungarische, Landgerste (Franken-, bayrische Riesgerste etc.).

Die Ansprüche, die man an eine Gerste stellt, sind folgende:

a) Die Keimfähigkeit soll eine möglichst grosse sein und nicht unter 96 % liegen, d. h. von 100 Körnern sollen bei gewöhnlicher Temperatur mindestens 96 einen Keim treiben. Das Keimen soll ausserdem gleichmässig erfolgen; nach 48 Stunden sollen bei Zimmertemperatur mindestens 80 % und nach 72 Stunden 100 % der keimfähigen Körner ausgekeimt haben.

b) Der Stärkegehalt, der im Allgemeinen mit dem Hektolitergewicht wächst, soll möglichst gross sein, damit die Extraktausbeute eine hohe ist.

c) Das Innere des Kornes soll mehlig und nicht glasig sein, damit das Stärkemehl im Korn gleichmässig und schnell in Lösung geht.

d) Verunreinigung mit Unkrautsamen, Kornfragmenten, Schimmelpilzen etc. soll nicht vorkommen; der Geruch soll nicht dumpf, sondern muss frisch sein.

e) Ferner wird auf die Feinschaligkeit Gewicht gelegt, da die Extraktausbeute um so grösser ist, je dünner die Schale ist.

f) Die Farbe wird meist gelblichweiss verlangt; die Spitzen dürfen nicht braun sein.

Die mittlere Zusammensetzung guter Braugerste ist in Prozenten:

Wasser	14	Fett	2,5
Stärke	62	Andere stickstofffreie Bestandtheile	3,5
Proteïn	9		
Rohfaser	6,5	Asche	2,5

Die Proteïnsubstanzen sollen nicht über 10 % betragen, damit sich nicht Schwierigkeiten im Betrieb ergeben.

Die Stärke der Gerste beginnt schon bei 50° zu quellen, verkleistert jedoch erst bei 80° völlig. Sie zeichnet sich gegenüber der Kartoffelstärke insbesondere dadurch aus, dass sie schon im unverkleisterten Zustand von Diastase allmählich gelöst wird; bei höherer Temperatur ist die Einwirkung noch intensiver.

Die Eigenschaften und Zusammensetzungen verschiedener Braugersten — nach Prior und Liebenberg — zeigen folgende Tabellen (vergl. auch Wagner's Handbuch, S. 914).

Gerste aus	Gewicht von 1000 Körnern g	Gewicht von 1 hl kg	Mehlige Körner	Halbglasige Körner	Speckige Körner	Keimungsenergie	Keimfähigkeit	Wasser	Stickstoff	Mineralstoffe	Phosphorsäure
Bayern.											
Minimum . . .	39,34	60,00	0,6	78,4	2,0	33,2	63,0	13,83	1,11	1,81	0,64
Maximum . . .	52,93	67,00	18,0	93,6	13,2	97,8	99,2	21,39	1,75	2,79	1,24
Mittelzahl . . .	44,85	64,32	6,4	87,6	5,9	85,9	94,2	16,49	1,38	2,59	0,84
Deutschland.											
Minimum . . .	44,72	62,00	3,0	83,2	3,1	82,0	90,4	13,29	1,33	2,24	0,77
Maximum . . .	46,88	67,25	11,2	92,6	12,0	98,0	99,0	17,66	1,54	2,49	0,91
Mittelzahl . . .	45,79	64,41	5,4	87,9	6,7	90,6	95,8	15,67	1,46	2,39	0,83
Oesterreich.											
Minimum . . .	40,98	65,00	1,4	61,2	2,0	87,3	94,3	13,73	1,15	2,21	0,71
Maximum . . .	53,61	69,50	34,2	96,6	29,0	97,4	99,4	17,21	1,69	2,56	1,12
Mittelzahl . . .	45,09	66,69	20,0	73,2	6,7	94,8	97,9	16,28	1,30	2,39	0,85

Liebenberg fand für drei Braugerstensorten:

	Hannagerste	Chevaliergerste	Kaisergerste
Gewicht von 1000 Körnern in Gramm . . .	35,38	38,37	40,91
Gewicht von 1 l in Gramm	643	633	630
Spelzenantheil in Prozenten	14,3	16,0	14,3
Sortirung der Körner nach der Grösse in Gramm für Kilogramm:			
grosse	277	208	621
mittlere	631	656	362
kleine	92	136	17
Beschaffenheit des Endosperms in Prozenten:			
mehlig	42	14	55
übergehend	55	62	33
glasig	3	24	12
Proteïn in Prozenten der Trockensubstanz:			
in Wasser unlöslich	7,33	10,53	9,94
in Wasser löslich, koagulirbar	0,69	0,97	0,28
nicht koagulirbar . . .	1,03	0,39	1,63
Rohfett in Prozenten der Trockensubstanz . . .	3,12	3,02	2,42
Extraktgehalt in Prozenten der Trockensubstanz	81,73	78,83	81,2
Stickstofffreie Extraktivstoffe in Prozenten der Trockensubstanz:			
Maltose	1,68	2,23	2,3
Dextrin	2,68	1,75	1,36
Stärke	72,03	69,85	70,43
anderweitige	4,88	4,41	5,17
Holzfaser in Prozenten der Trockensubstanz . .	3,69	3,73	3,39
Acidität in Prozenten Milchsäure	0,32	0,23	0,20
Reinasche in Prozenten der Trockensubstanz:			
Kali	0,59	0,5	0,55
Phosphorsäure	1,01	1,06	1,11
andere Mineralstoffe	1,27	1,63	1,42
Wirklicher Wassergehalt in Prozenten der lufttrockenen Substanz	13,8	13,88	13,82

2. Weizen dient allein oder zusammen mit Gerste als Rohmaterial für die Weissbierbrauerei (obergährige Brauerei). Das Malz steht demjenigen aus Gerste nicht nach; die Stärke verhält sich gegen warmes Wasser und Diastase wie obige (vergl. auch beim Abschnitt Weizenstärke S. 346).

3. Mais findet vorzugsweise in Amerika zum Bierbrauen Verwendung, nachdem er geschält ist und man den sehr fetthaltigen Keim entfernt hat (s. Maisstärke S. 356).

Reis dient ausser in Amerika auch in Norddeutschland und Skandinavien zum theilweisen Ersatz des Malzes.

Roggen und Hafer werden in untergeordnetem Grade dem Malz zugesetzt.

Hopfen.

Als Hopfen bezeichnet man in der Bierbrauerei die getrockneten reifen Fruchtstände der weiblichen Blüthen von Humulus lupulus (Hopfenpflanze); dieselben werden Zapfen, Dolden oder Hopfenkätzchen genannt.

Die aromatischen und bitteren Bestandtheile, derentwegen man den Hopfen benutzt, finden sich vorwiegend in gelben, nierenförmigen Drüsen, dem Hopfenmehl oder Lupulinkörnern, welche unter den Schuppen der Kätzchen liegen. Durch Klopfen oder Absieben lässt sich das Hopfenmehl gewinnen; seine Menge beträgt 10 bis 17 % vom Gewicht der Zapfen. Sein Gehalt an Hopfenharz, Hopfenbitterstoff, ferner an Hopfengerbstoff und Hopfenöl trägt wesentlich zur Haltbarkeit und zum Aroma des Bieres bei. Da sich diese charakteristischen Bestandtheile, abgesehen vom Hopfenöl, ausser im Lupulin auch in den Blättern der Dolde vorfinden, so verwendet man in der Brauerei die ganzen Dolden.

Vorkommen und Ernte des Hopfens. Der feinste Hopfen wird in Böhmen und in Bayern geerntet; andere Hopfenbaudistrikte sind Posen, Württemberg, Baden, Elsass-Lothringen.

Man pflückt die Hopfendolden vor der Reife, die Ende August bis Anfang September eintritt. Erntet man zu spät, so fällt das Lupulin aus den geöffneten Doldenblättern heraus.

Aufbewahrung. Da der frische Hopfen wegen seines Gehaltes an Wasser (60 bis 75 %) leicht verderben würde, so trocknet man ihn an der Luft oder besser auf Hopfendarren bei 25 bis 30°, bis der Wassergehalt auf 12 bis 15 % gesunken ist. Alsdann lässt er sich, in Säcke gepackt, auf trockenen Böden wohl ein Jahr aufbewahren. Um ihn längere Zeit haltbar zu machen, lässt man Schweflige Säure über den in dünner Schicht ausgebreiteten Hopfen streichen; hierbei findet gleichzeitig eine Desinfizirung und Trocknung statt; ausserdem ist der geschwefelte Hopfen weniger hygroskopisch. Noch gebräuchlicher ist es, den Hopfen in hermetisch verschliessbare Büchsen aus Blech etc. zu pressen, dann die Büchse mit dem Deckel zu verschliessen und die Luft auszupumpen (Büchsenkonservirung). Konzentrirte haltbare Hopfenextrakte werden hauptsächlich in Amerika in den Handel gebracht.

Einen Hopfenextraktionsapparat nach dem System Kempe, wie ihn die Germania (Chemnitz) baut, veranschaulicht Fig. 249.

Der Kessel *A* ist mit einem Rührwerk *B*, zwei Seihböden *C*, zwei Verschlüssen *D* und *E* zum Ein- und Ausbringen des Hopfens, sowie den nothwendigen Ventilen für Dampf, Warm- und Kaltwasser nebst Sicherheitsventilen und Manometern armirt. Der zu extrahirende Hopfen wird zwischen die Seihböden nach *A* gebracht und mit Wasser oder Würze nach öfterem Bewegen des Rührwerks *B* unter Druck gekocht. Zur Beschleunigung der Extraktion des Hopfens wird die Extraktmenge vermöge Wärmedifferenz oder durch eine Rotationspumpe *F* in an-

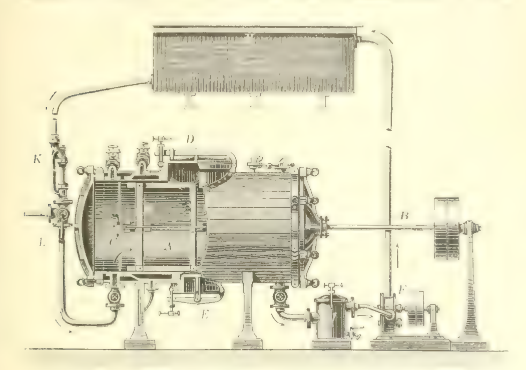


Fig. 219. Hopfenextraktionsapparat nach dem System Kempe.

gedeuteter Pfeilrichtung zur Zirkulation durch den Kühlapparat *H* und Apparat *A* gebracht, der Hopfen selbst durch die Siebe *CC* in *A* zurückgehalten und völlig extrahirt. Mitgerissene Hopfentheilchen setzen sich im Behälter *I* ab. Die Farbe des Extraktes wird durch Schauglas *K* ersehen. Der Dreiwegehahn *L* leitet den Extraktablauf zum Kühlschiff resp. Keller.

Die Vortheile des neuen Verfahrens sind vor Allem eine Ersparniss an Hopfen um ca. 20%; ferner eine völlige Extraktion des Hopfens bei Gewinnung sämmtlicher aromatischer Bestandtheile.

Man setzt drei Fünftel des Gesammthopfens in üblicher Weise der Würze zu und extrahirt zwei Fünftel wie oben angegeben. Das nach ca. 3 Stunden erhaltene Extrakt wird auf das Kühlschiff oder in den Keller geleitet; Störungen des Gährprozesses treten nicht ein.

Der Apparat wird zum Extrahiren von 10 bis 28 kg Hopfen gebaut, entsprechend einem Einmaischquantum von 4 bis 9 hl.

Von der chemischen Zusammensetzung des Hopfens, die allerdings für die Beurtheilung desselben nur von untergeordnetem Werth ist, geben folgende Daten eine Vorstellung (Lintner S. 394):

Bestandtheile	Minimum	Maximum	Mittel
Wasser	9,90	17,13	13,53
Aetherisches Oel	0,13	0,48	0,27
Menge des in Weingeist Löslichen:			
Gesammtmenge	20,12	33,12	25,25
Harz	14,57	18,09	16,98
Menge des in Wasser löslichen Theiles des Rückstandes:			
Organische Stoffe	6,85	11,24	9,13
Asche	3,10	5,42	4,14
Gerbsäure im Wasserauszug	1,38	5,13	3,65
Asche kohlensäurefrei	3,57	10,01	6,09
Menge der Kohlensäure in 100 Thln. Asche	5,15	13,99	9,67
Sand	0,29	2,27	0,92

Das Hopfenharz besteht aus drei Harzen: α-, β- und γ-Harz, die im frischen Hopfen in Mengen von ca. 4,8, 8 und 5% vorkommen. Nur die beiden ersteren ertheilen dem Bier den bittern Geschmack und hemmen die Spaltpilzgährungen.

Als Hopfenbitterstoffe sind zwei krystallisirende, stark bittere Säuren nachgewiesen, welche gegenüber den Bakterien stark antiseptisch wirken, ohne die Hefegährung zu beeinträchtigen.

Hopfenöl ist ein ätherisches Oel, das in Mengen von 0,2 bis 0,8% im Hopfen vorkommt und schon in ganz geringer Quantität das eigenthümliche Aroma des Bieres hervorruft.

Hopfengerbstoff dürfte vorwiegend durch seine Einwirkung auf den Geschmack von Bedeutung sein (Lintner). Ein flüchtiges Alkaloid ist im Hopfen nach Griessmayer und Greshof enthalten[1].

Als Ansprüche, die an einen guten Hopfen zu stellen sind, werden folgende angeführt (Fruwirth, Hopfenbau und Hopfenbehandlung. Berlin 1888):

a) Die Pflücke muss eine gute sein. Schimmelige, vom Mehlthau befallene, verlaubte Dolden, Blätter, Dolden mit zu langem Stil oder ohne Stil, ebenso wie sehr grosse Dolden sollen nicht vorhanden sein.

b) Die Dolden müssen gut erhalten sein und dürfen nicht durch Erhitzen gelitten haben. Letzteres gibt sich durch die Anwesenheit brauner oder missfarbiger Dolden zu erkennen. Bei der Aufbewahrung des Hopfens in Ballen prüft man auf eine Erwärmung desselben durch Einstossen einer eisernen Nadel und Befühlen derselben nach dem Herausziehen.

c) Die einzelne Dolde soll gut gebaut sein. Die Blätter sollen gut schliessend ineinandergreifen, nicht unten offen stehen (flatterige Dolden). Die Spindel soll dünn sein, die Rippen fein. Die Perigonien sollen klein und verschrumpft sein und keine oder doch nur wenige von ihnen sollen einen Samen umhüllen. Dolden mit Samenkörnern besitzen zwar nicht weniger, sondern selbst mehr Mehl als unbefruchtete der gleichen Sorte, doch will man im Handel die Gewichtsvermehrung der Waare durch die Samen nicht zulassen. Zudem fürchtet man in der Brauerei durch Auskochen der Samen die Beschaffenheit des Bieres zu beeinträchtigen.

d) Die Dolden sollen gelblichgrün gefärbt und glänzend sein. Rein grüner Hopfen ist zu früh gepflückt. Rother Hopfen ist entweder schlecht getrocknet oder zu spät gepflückt oder er stammt von Pflanzen, welche an Kupferbrand litten. Einzelne rothe Flecken auf den Dolden rühren von Hagelschlag her und beeinflussen den Werth des Hopfens nicht.

e) Der Geruch soll ein tadellos feiner sein. Er soll weder zu schwach (australischer Hopfen), noch zu stark (Lothringer Hopfen), niemals aber unrein, mit Aepfel- (Lothringer Hopfen) oder Knoblauchgeruch (Daubner Grünhopfen) oder dem Geruch nach schwarzen Johannisbeeren (schlechte amerikanische Sorten) gemengt sein.

---

[1]) Als Hopeïn wurde vielfach ein Alkaloid erwähnt, das im Hopfen vorkommen soll, dessen Anwesenheit aber jetzt ausgeschlossen ist.

Milligramm pro Liter: Gesammt-Abdampfrückstand	Glühverlust	Eisenoxyd u. Thonerde	Kalk	Magnesia	Alkalien	Chlor	Salpetersäure	Schwefelsäure	Kieselsäure	Kohlensäure	Ammoniak	Salpetrige Säure	Sauerstoff z. Oxydation	Härte in deutschen Graden	Analytiker	Biologische Untersuchung: Mikroorganismen pro 1 ccm Wasser auf Pepton-Gelatine	auf Würze-Gelatine	Zerstört werden in Prozenten der angestellten Proben: Würze	Bier	Anmerkungen
Gruppe I. „Vorzüglich geeignet."																				
263,8	8,0	1,2	135,2	3,9	3,0	Spur	0,0	0,0	3,0	109,5	0,0	0,0	0,0	14,1	Weiss	56	0	0	0	[illegible]
129,6	60,4	0,0	140,6	17,6	6,8	2,1	0,0	12,6	8,4	159,2	0,0	0,0	1,2	22,2	Jalowetz	165	0	0	0	
143,4	48,0	2,8	128,6	53,4	3,9	22,0	17,4	69,7	13,4	84,2	Spur	0,0	1,4	20,3	Weiss	609	0	0	0	
Gruppe II. „Gut geeignet."																				
196,0	13,0	0,6	149,8	59,3	45,2	17,0	0,0	71,6	0,0	147,8	0,0	0,0	0,6	23,3	Rohn	3260	0	0	0	
540,4	128,0	0,0	135,4	71,8	1,7	2,5	0,0	30,8	8,0	171,4	0,0	0,0	2,2	24,0	Jalowetz	785	0	0	0	
130,8	39,2	1,0	128,2	52,3	22,0	11,5	0,0	69,2	0,0	109,0	0,0	0,1	0,4	20,1	Rohn	6120	0	8	0	
Gruppe III. „Noch verwendbar."																				
748	88,0	2,8	196,0	51,2	83,7	37,1	83,7	88,5	22,0	124,0	0,0	1,0	1,8	26,8	Rohn	583	0	0	0	[illegible]
766,0	112,0	2,8	183,6	29,0	84,4	72,3	37,3	68,4	26,4	147,0	Spur	1,9	4,0	226	Rohn	4134	0	8	0	[illegible]
232,4	29,3	1,5	96,0	8,5	6,2	Spur	0,0	4,8	6,0	80,1	0,0	0,0	0,2	10,8	Weiss	7176	0	32	0	[illegible]
Gruppe IV. „Nur im Nothfalle zu benutzen."																				
778,4	96,0	5,6	171,4	71,4	72,6	88,3	4,5	99,6	14,0	155,0	2,1	deutlich nachweisb.	2,8	27,1	Rohn	46700	0	70	0	[illegible]
287,3	22,0	5,2	96,3	13,7	11,1	10,0	0,0	40,6	20,0	68,4	0,0	0,0	1,6	11,6	Wiener	6000	0	80	8	[illegible]
390,0	69,0	2,5	101,2	28,9	12,0	13,3	32,7	47,2	17,2	66,0	0,0	0,0	0,9	14,2	Weiss	8456	0	20	19	[illegible]
Gruppe V. „Unverwendbar."																				
2724,4	180,0	4,6	836,8	117,5	88,0	16,8	18,4	1278,8	14,4	164,0	2,1	5,7	2,2	100,1	Wiener	0	0	—	—	[illegible]
165,2	14,8	2,4	69,2	21,0	9,9	2,8	0,0	—	—	—	2,02	1,3	2,2	16	Rohn	769780	—	100	4	[illegible]
771,4	35,0	2,8	182,6	76,7	55,4	11,6	0,0	219,4	39,2	143,6	23,4	5,1	0,4	29,0	Weiss	121687	—	100	60	[illegible]

f) Das Hopfenmehl soll reichlich vorhanden sein. Hiervon überzeugt man sich durch das Aufbrechen einiger Dolden und Reiben derselben auf dem Papier. Ein dicker, fetter, lichtgelber Strich zeigt viel und gutes Mehl an; je mehr die Farbe des Striches ins Braune übergeht, desto älter ist der Hopfen, je weniger fett und dünner der Strich, desto geringer ist der Gehalt der Probe an Hopfenmehl.

Zur Vornahme dieser empirischen Prüfung, welche dem Geübten genügende Anhaltspunkte zur Beurtheilung bietet, wird der Hopfen zweckmässig auf blauem Papier in hellem, von oben einfallendem Lichte ausgebreitet.

Wasser.

Das zum Mälzen und zur Würzebereitung benutzte Wasser soll im Wesentlichen den Ansprüchen entsprechen, die man an ein gutes Trinkwasser stellt.

Während früher einem weichen Wasser der Vorzug eingeräumt wurde, glaubt man jetzt eher ein mässig hartes empfehlen zu können, da der vorhandene Gips den Gährprozess günstig beeinflusst; doch setzt ein zu grosser Gehalt desselben die Extraktausbeute zurück. Auch grössere Mengen Eisen sind für den Brauprozess sehr nachtheilig. Von Einzelbestandtheilen soll 1 l Wasser nicht mehr enthalten als 112 mg Kalk (CaO), 40 mg Magnesia (MgO), 80 mg Schwefelsäure (SO_3), 35 mg Chlor, 27 mg Salpetersäure (N_2O_5); der Gesammtrückstand sei nicht grösser als 500 g; die Härte nicht grösser als 16 bis 18°[1]); die Oxydation der organischen Substanz erfolge mit höchstens 0,008 g Kaliumpermanganat; Ammoniak und Salpetrige Säure sollen fehlen.

Von grosser Bedeutung ist die biologische Prüfung auf die Anwesenheit von Mikroorganismen, welche in Würze vegetiren und sie nachtheilig beeinflussen. Zur Beurtheilung des Wassers bestimmt man die Anzahl Keime in 1 ccm Wasser. Durch geeignete Sandfiltration sind bakterienreiche Wasser noch nutzbar zu machen.

Die Zusammensetzung verschiedener Wasser (nach Analysen von Schwackhöfer durch Lintner), nach ihrem Werth für Brauzwecke geordnet, zeigt die Tabelle auf S. 623.

Die Brauereitechnik.

Die Einzeloperationen bei der Bierbrauerei sind in folgender Tabelle nach Possanner, S. 8) zusammengefasst:

Prozess	Lokal bezw. Apparate	Dauer	Zweck des Prozesses
		I. Malzbereitung	
1. Reinigen der Gerste	Putzmaschinen	—	Entfernung von Staub, Unkrautsamen und im Wachsthum zurückgebliebenen Gerstenkörnern.
2. Quellen der Gerste	Quellstock, Weiche.	ca. 3 Tage	Zuführung der zum Wachsthum nöthigen Menge Wasser in das Gerstenkorn.
3. Keimen der gequellten Gerste	Malztenne	7 bis 10 Tage	Lockerung des Mehlkörpers der Gerste und Umwandlung von Eiweisskörpern in diastatisches Ferment.
4. Darren der gekeimten Gerste	Darre	16 oder 24 Stdn.	Unterbrechung des Keimprozesses. Bildung von Körpern, welche für den Geschmack des Bieres und zur Hefeernährung von Wichtigkeit sind.
5. Putzen des Malzes	Entkeimer, Siebtrommel.	—	Entfernung der Wurzelkeime und des Staubes.
6. Schroten des Malzes	Walzenstühle	—	Zerkleinerung der Malzkörner, um dem Zutritt des Wassers zum Mehlkörper beim Maischen mehr Oberfläche zu bieten.

1 deutscher Härtegrad entspricht 0,010 g CaO in 1 l Wasser.

Prozess	Lokal bezw. Apparate	Dauer	Zweck des Prozesses
			II. Brauprozess.
7. Maischen	Sudhausgeräthe: 1. Maischbottich, 2. Maischsiedepfanne	4 bis 5 Stunden	Ueberführung der Stärke des Malzschrotes in zuckerhaltigen Extrakt durch Erwärmen der Maische im Maischbottich. Die Erwärmung geschieht stufenweise, indem dreimal nach einander eine Portion Maische in der Maischpfanne gekocht und in den Maischbottich zurückgepumpt wird (Dekoktionsverfahren).
8. Abläutern	3. Läuterbottich mit Boden aus gelochtem Blech	2 bis 4 Stunden	Trennung der süssen Würze von den Trebern und Filtration der ersteren durch die Treberschichte. Die filtrirte Würze gelangt in die Würzepfanne, die Treber werden mit heissem Wasser ausgelaugt und bilden ein stickstoffreiches Viehfutter.
9. Würzesieden	4. Würzepfanne	2 Stunden	Kochen der Würze nach Vereinigung mit den Auslaugewässern und nach erfolgtem Hopfenzusatze.
10. Trennung d. Würze von d. ausgekochten Hopfen	5. Hopfenseiher		
11. Kühlen der Würze	Kühlschiffe u. Berieselungskühler	3 bis 5 Stunden	Abkühlen der kochend heissen Würze, Klären derselben, Abkühlen auf Gährtemperatur (6,2°).
			III. Gährung.
12. Hauptgährung	Gährkeller, Gährbottiche	7 bis 14 Tage	Gährmittel: Bierhefe. Bildung von Alkohol und Kohlensäure. Absetzen des grössten Theiles der zugegebenen und der neugebildeten Hefe.
13. Nachgährung	Lagerkeller, Lagerfässer	6 bis 8 Wochen	Absetzen der noch im Biere enthaltenen Hefezellen, Hopfenharze, Eiweissflocken, also Klärung. Sättigen mit Kohlensäure unter Abkühlung auf Kellertemperatur (1,25 bis 2,5°).
14. Spunden	—	ca. 8 Tage	Uebersättigen mit der durch die Nachgährung gebildeten Kohlensäure unter Druck im Fasse, behufs Hervorbringens des Mousseux beim Ausschank.
15. Abfüllen in die Transportfässer und Expedition an die Wirthe.			

I. Malzbereitung.

Als Malz bezeichnet man in der Brauerei gekeimte und gedarrte Gerste. Die Keimung lässt man längere Zeit als bei der Spiritusindustrie dauern, um ein Korn zu erhalten, dessen Mehlkörper sich leicht zwischen Daumen und Zeigefinger zu einer mehligen Masse zerdrücken lässt. Grünmalz aus solchen Körnern zeichnet sich durch eine leichte Auflösung aus.

Grünmalz von guter Auflösung enthält nicht die Maximalmenge der Diastase. Da man aber beim Bierbrauen nur die Stärke des Malzes und kein weiteres Stärkemehl (wie in der Spiritusindustrie) zu verzuckern hat, so reicht die vorhandene Diastase völlig hierfür aus.

Mehr Gewicht als auf einen hohen Diastasegehalt legt der Brauer auf ein gutes Aroma und Mürbigkeit des fertig gedarrten Malzes; doch ist stark diastasehaltiges Malz meist hocharomatisch.

Die Mälzerei zerfällt in 1. Vorreinigung des Getreides, 2. Weichen des Getreides, 3. Keimen des Getreides, 4. Darren des Malzes.

1. Die Vorreinigung der Gerste findet in besonderen Gerste-Sortir- und Auslesemaschinen, wie sie beispielsweise von der Maschinenfabrik Germania (Chemnitz) hergestellt werden, statt. Die zu reinigende Gerste gelangt in einen Rumpf und wird aus demselben durch eine Schnecke dem Steinfänger, einem, resp. zwei Sieben in Kegelform, zugeführt; hier scheiden Besenreiser, Sackbänder, Halme, Steine und dergl. mehr aus, und die Gerste fällt in den zweiten Rumpf. Aus letzterem schaufelt sie eine Speisewalze und wirft sie gegen ein geneigtes Blech, wobei ein kräftiger Windstrom, durch einen Ventilator erzeugt, Staub, Spreu, leichte Hälmchen und dergl. mehr wegbläst. Dann fällt die Gerste in einen oder mehrere neben einander liegende, etwas geneigt gelagerte Cylinder, um die flache, sowie auch die mittelgute Gerste auszuscheiden. Schliesslich passirt die Gerste behufs Befreiung von gebrochenen (halben) Körnern, Wicken etc. einen bezw. mehrere Trieure und fällt aus diesen als gereinigte Gerste, zum Mälzen fertig.

Nach dem Vorreinigen wird die Gerste wohl auch gewaschen.

2. Das Weichen soll eher unter Anwendung von zu wenig als von zu viel Wasser erfolgen, da man im ersten Fall durch Besprengen beim Keimen nachhelfen kann, während überweichte Gerste sehr langsam und ungleichmässig keimt.

Die Weichdauer hängt insbesondere vom Gewicht der Gerste und der Temperatur des Wassers ab; man weicht:

Schwere Gerste bei 12° in 66 Stunden,
leichte „ „ 11° „ 48 „

Die mittlere Dauer ist 60 bis 72 Stunden; zur Bereitung von stark aromatischem Malz muss man bis 120 Stunden weichen lassen.

Während man früher das Weichen in hölzernen oder gemauerten Bottichen vornahm, dienen jetzt hierzu meist eiserne Quellstöcke.

Die Gerstenweiche (Quellstock) von A. Neubecker (Offenbach a. M.), Fig. 250, besteht aus einem cylindrischen Gefäss aus Eisenblech mit trichterförmigem Boden, an dessen unterer Oeffnung sich ein kurzer gusseiserner Hals *A* befindet, welcher mittelst drehbaren Deckels *B*, Gummidichtung und Druckschraube wasserdicht abgeschlossen werden kann. Für den Ein- und Austritt des Wassers dient ein an der Seite des Halses angegossener Stutzen, der mit Seiher und einem Dreiwegehahn *C* versehen ist. Ueber dem Hals befindet sich in der ganzen Länge des Gefässes ein Rohr *E* von fein gelochtem Blech, welches in einer quer über dem Gefässe befindlichen Gabel *D* lagert; durch Aufheben oder Senken der letzteren wird auch das Rohr gehoben oder gesenkt und die Oeffnung *B* freigemacht oder abgeschlossen.

Beim Gebrauche der Weiche wird das Gefäss fast ganz mit Gerste gefüllt und der Dreiwegehahn so gestellt, dass das Wasser in den Hals fliesst, in dem gelochten Rohr aufsteigt, die Gerste durchdringt und allmählich das Gefäss ganz anfüllt. Hierbei wird, weil das Wasser von unten nach oben steigt, Staub und Spreu, die sich etwa noch unter

der Gerste befinden, mit hinaufgenommen und an der Oberfläche durch ein Ueberlaufrohr abgeschwemmt.

Um die Weiche zu entleeren, öffnet man den Wasserausgang am Dreiwegehahn *C*; das Wasser entweicht, ohne die Gerste mit fortreissen zu können. Hierauf öffnet man den Deckel *B* am Halse, hebt das gelochte Rohr *E* mittelst der Gabel *D* auf, stützt letztere fest und lässt die Gerste vollständig aus dem Gefässe herausfallen. Etwa an den Wänden haften bleibende Körner sind mit dem Besen oder durch Nachspritzen von Wasser leicht zu entfernen. Das Auswaschen des Quellstocks geschieht durch Ausspritzen von oben bei geschlossenem Deckel und geöffnetem Wasserablass.

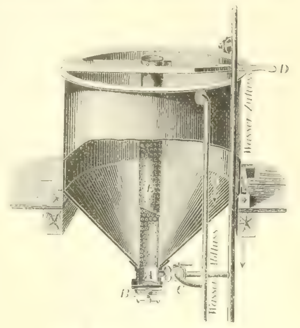


Fig. 250. Quellstock von Neubecker.

Empfohlen wird, drei Weichen über einander anzubringen und jeden Tag die obere in die untere zu entleeren; hierdurch wird die Gerste nicht nur gut gewaschen, sondern auch gut gemischt.

Die Weichen werden für 500 bis 3000 kg Gerste hergestellt.

3. Keimen. Ueber die Vorgänge beim Keimen, insbesondere die Diastasebildung und die Umwandlung unlöslicher Eiweissstoffe in lösliche, ist schon im Abschnitt Spiritus (S. 497) gesprochen worden. Das Keimen führt die Gerste in Grünmalz über.

Bei der alten Methode der Malzbereitung (Tennenmälzerei) dient als Tenne meist ein grosser Keller, der asphaltirt, cementirt etc. ist und durch besondere Dunstabzüge ventilirt wird; die Temperatur beträgt 7 bis 10°. Peinlichste Reinlichkeit spielt beim Betrieb eine Hauptrolle. Die aus der Weiche kommende Gerste wird in Beete von 0,3 bis 0,5 m Höhe (Nasshaufen) aufgeschichtet und etwa alle 11 Stunden umgeschaufelt (gewidert), damit sich die Feuchtigkeit und Temperatur gleichmässig vertheilt und ständig Luft zugeführt wird. Nach etwa 36 Stunden bricht am unteren Ende die Wurzelscheide hervor, das Korn spitzt, und die Haufen, jetzt Brechhaufen genannt, werden niedriger gelegt und öfters umgeschaufelt, gewendet. Sobald sich im Brechhaufen die Keimspitze zeigt, wendet man alle 6 Stunden; man bezeichnet ihn dann als Junghaufen, und wenn der Keimprozess allmählich nachlässt, als Althaufen.

Innerhalb des Haufens steigt die Temperatur auf 19°; viel darüber geht man zweckmässig nicht. Die während des Keimens abgegebenen Wasserdämpfe kondensiren sich in der Tenne und auf dem Korn: die Gerste schwitzt. Ein angenehmer Geruch nach Gurken macht sich während des Keimens bemerkbar. Nach 7 Tagen ist der Prozess im Allgemeinen beendet.

Normales Grünmalz hat einen Blattkeim von zwei Dritteln bis zur ganzen Länge des Korns; sind die Wurzelkeime 1,5 bis 2mal so lang als das Korn, so bezeichnet man das Malz als langgewachsen, sind sie ebenso lang wie das Korn, so heisst es kurzgewachsen (vergl. S. 199). In Bayern wird meist auf Gewinnung des ersteren gearbeitet.

Zum Beenden des Keimens kommt das Malz auf den Schwelkboden, einen trockenen, gut ventilirten Boden, auf dem es in dünner Schicht ausgebreitet wird.

Die neuere Methode, die mechanisch-pneumatische Mälzerei, kann im Gegensatz zur Tennenmälzerei im ganzen Jahr betrieben werden und ist von Aussentemperatur und Feuchtigkeit unabhängig.

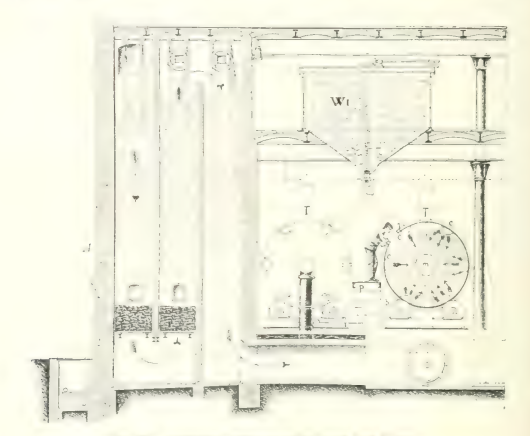


Fig. 251. Mechanisch-pneumatische Mälzerei, nach Galland.

Besonders geeignet ist sie für den Grossbetrieb. Sie besteht im Wesentlichen darin, dass man unter Vermeidung von Handarbeit einen Luftstrom von bestimmter Temperatur und Feuchtigkeit durch die geweichte Gerste leitet. Von den verschiedenen Verfahren kommen im Wesentlichen in Betracht: a) die pneumatische Mälzerei nach Galland; b) die nach Saladin.

a) Bei dem Galland'schen System befindet sich das geweichte Getreide in einer Trommel, durch welche Luft gesaugt wird. Nachstehend sind die Apparate, wie sie von der Aktiengesellschaft für Eisengiesserei vorm. Freund & Co. (Berlin) geliefert werden, beschrieben.

In Fig. 251 stellt *A* den aus mehreren vertikalen Kammern be-

stehenden Raum zur Reinigung, Anfeuchtung und Abkühlung der Luft dar, welche oben durch eine Oeffnung eintritt. Eine niedrige Koksschicht dient zu ihrer Filtration, und fein vertheiltes Wasser, aus Düsen unter 3 bis 5 Atm. Druck herausgesprüht, sättigt sie mit Wasser und kühlt sie ab resp. erwärmt sie im Winter.

Die Wasserzuführung in den Lufttemperir- und Befeuchtungsraum ist je nach der Aussenwärme der Luft, sowohl bezüglich der Quantität, als auch der Temperatur, regulirbar. In der wärmeren Jahreszeit wird frisches, kaltes Brunnenwasser benutzt und mit Druck den Streudüsen zum Zerstäuben zugeleitet, während es in der kälteren Jahreszeit — je nach der Aussentemperatur der Luft — durch einen Vorwärmer entsprechend erwärmt wird. Für jede Jahreszeit wird so in einfachster Weise das geeignetste Mälzungsklima, d. i. mit Wasser völlig gesättigte, gereinigte Luft von 11—14°, hergestellt.

Zumeist finden die in den Figuren angegebenen Weichkästen W_1 mit konischem, selbstentleerendem Boden Anwendung, aus denen, je ein Weichkasten für zwei darunter befindliche Keimtrommeln arbeitend, durch ein untergehängtes drehbares Trichterrohr die geweichte Gerste von selbst in die zu füllende Keimtrommel niedergleitet. Doch kann auch jede andere Form der Weichkästen angewendet werden.

Die einzuweichende, vorher sortirte und geputzte Gerste kann vor dem Einbringen in die Weichkästen mit irgend einer Gerstenwaschvorrichtung gewaschen werden, oder man wäscht auch in den Weichkästen selbst. Jedenfalls soll dieses Waschen nicht in den Keimtrommeln vorgenommen werden, da aus diesen alle unnöthigen Verunreinigungen fernzuhalten sind, die leicht Schimmel, üblen Geruch etc. hervorrufen können.

Die Keimtrommeln (Fig. 252) sind unten auf zwei Paar Rollenböcken *b* gelagerte und mittelst Schneckenradgetriebe *g* in ca. 40 Minuten einmal herumdrehbare Blechcylinder, von denen jede an einer Seite eine mit der Feuchtwindleitung *L* mittelst eines Regulirdrehschiebers *D* in Verbindung stehende Luftkammer hat, von welcher am äusseren Umfang der Trommel halbkreisförmige, ganz fein gelochte Kanäle *c* die Trommelcylinder der ganzen Länge nach durchziehen. Von der anderen Seite steht ein in der Mitte der Trommel angebrachtes, ebenfalls fein gelochtes Mittelrohr *m*, auch absperrbar und regulirbar, mittelst eines Drehschiebers D_1 in Verbindung mit der Windabsaugeleitung S_1. Dieses Mittelrohr hat jedoch keine direkte Verbindung mit der ebengenannten Luftkammer, und die vom Ventilator gesaugte Luft kann daher die Trommel nur in der Richtung der eingezeichneten Pfeile durchstreichen.

Jede Keimtrommel hat am Umfang mehrere ganz leicht zu öffnende und dicht abschliessende Thüren zum Einlassen der gequellten Gerste resp. zum Ausleeren des fertigen Grünmalzes. Durch das ganz langsame Drehen der Trommel bleibt die Oberfläche des Inhalts nicht horizontal stehen, sondern bildet eine schräge Fläche, auf welcher das wachsende Keimgut ohne mechanische Beihülfe gewendet wird und somit vor Zusammenwachsen (Verfilzen) sicher bewahrt bleibt.

Jede in 40 Minuten einmal sich herumdrehende Trommel lässt das eingeführte gequellte Gut, je nach der Temperatur, mit welcher man den Keimungsprozess führt, in 7 bis 9 Tagen in gleichmässiger

Weise fertig wachsen. Bei der regulirbaren Zuführung von völlig mit Wasser gesättigter und gereinigter Luft wird die sich bildende Kohlensäure nach Belieben ganz oder theilweise abgeführt, und ein Abtrocknen des Malzes kommt in dem kleinen Raum der Trommel nicht vor. Schimmelbildung ist selbst bei halben Körnern ausgeschlossen.

Zur jederzeitigen Beobachtung und entsprechenden Regulirung der Temperaturen hat jede Trommel am Luftausgangsstutzen D_1 ein Thermometer. Zeigt sich bei einer Trommel für das Stadium des darin wachsenden Gerstenhaufens zu hohe oder zu niedere Temperatur, so

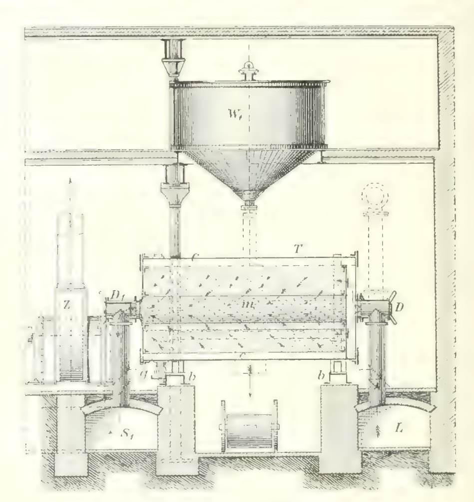


Fig. 252. Keimtrommel der Galland'schen Mälzerei.

wird solche Differenz durch Drehen des Windregulirhahnes D oder D_1 und dementsprechende Durchführung von mehr oder weniger gekühlter Luft durch diese Trommel in kürzester Zeit wieder auf den normalen Standpunkt regulirt. Ferner kann noch die Temperatur im Keimkasten von dem zwischen je zwei Trommeln angebrachten Podium p aus, durch Oeffnen einer der Thüren, regulirt werden.

Ist das Grünmalz hinreichend ausgewachsen, so wird mit dem Zuführungsdrehschieber D die feuchte Luft von der betreffenden Trommel abgesperrt und eine im Deckel dieses Drehschiebers angebrachte Thür geöffnet, so dass gewöhnliche, trockene Atmosphäre durch das Grün-

malz gesaugt wird, welche ein Abschwelken und Abtrocknen in einfachster Weise bewirkt.

Die zum Abschwelken zu benutzende Luft kann auch auf Wunsch mittelst besonderer Röhrenverbindungen (wie solche auf den Figuren mit punktirten Linien angedeutet sind) aus einer Kammer entnommen werden, in welcher dieselbe durch irgend eine geeignete Vorrichtung bis auf etwa 22,5 bis 25° erwärmt und getrocknet wird. Die in diese Kammer eintretende Luft kann auch durch ein Luftfilter filtrirt werden.

Soll das Abschwelken in einer stark kohlensäurehaltigen Atmosphäre vorgenommen werden, um eine Oxydation des Zuckers, also eine Zuckerrückbildung im Grünmalz zu vermeiden, so kann in der genannten Kammer auch eine Mischung der getrockneten Luft mit Kohlensäure in entsprechender Weise vorgenommen werden.

Das so nach Belieben fertiggestellte Grünmalz wird durch eine nach unten gerichtete Thür in untergefahrene Kippwagen aus der Trommel entleert; durch Nachstossen durch eine zweite, schräg nach oben stehende Thür erleichtert man diese Arbeit.

In dem Kippwagen wird dann das Grünmalz mit dem Aufzug zur Darre hochgefördert.

In Amerika fällt das Grünmalz aus der Trommel direkt auf Band- oder Schneckentransporteure, welche es einem Becherwerk zuführen, vermittelst dessen dasselbe direkt den Darren zugeführt wird.

Die Reinigung der Apparate, die für einen rationellen Betrieb von grösster Wichtigkeit ist, soll sich leicht ausführen lassen.

Bei normalen Gewächsjahren bedarf die Gerste durchschnittlich $2\frac{1}{2}$ bis $3\frac{1}{2}$ Tage Weichdauer in dem Weichkasten. Die Gerste gebraucht in den Keimtrommeln je nach der Temperatur, mit der das Keimen geführt wird, durchschnittlich 8 Tage zum Wachsen. Dementsprechend ist also die Arbeit in dem Weichkasten bis zu 4 Tage, in der Trommel 8 Tage, so dass 1 Weichkasten abwechselnd 2 Trommeln bedienen kann.

Die Darre wandelt das Grünmalz gewöhnlich in einem Tag in Darrmalz um. Um täglich Grünmalz für die Darre erhalten zu können, gehören zu einer Serie von Grünmalzapparaten 4 Weichkästen und 8 Keimtrommeln bei 8tägiger Keimdauer. Bei einer Keimzeit von 9 Tagen sind 9 Keimtrommeln nöthig, damit an jedem Tage eine für die Darre entleert werden kann.

Nach dem Ablassen des letzten Weichwassers lässt man die gequellte Gerste noch 12 bis 15 Stunden im Weichkasten bis zum Beginn des Keimprozesses und benutzt eben diese Zeit, um die fertig gewachsene Gerste in der Keimtrommel unter Absperrung der feuchten Luft und Durchsaugung von gewöhnlicher oder, wie oben beschrieben, präparirter Luft abzuschwelken und ordentlich vorgetrocknet für die Darre vorzurichten.

Die Grösse der Apparate hängt von der Menge der täglich zu verarbeitenden Gerste ab. Im Allgemeinen werden die Apparate für eine tägliche Verarbeitung von 1500 bis 5000 kg Gerste gebaut. Die entsprechende Triebkraft für die Keimtrommeln und Ventilatoren beträgt 4 bis 12 Pferdekräfte.

Die Vortheile des Verfahrens liegen nicht nur in der Möglichkeit,

während des ganzen Jahres die Mälzerei vorzunehmen, sondern die Ansprüche an Raum, Bedienungspersonal, Betriebskosten sind wesentlich geringer als bei der Tennenmälzerei; dabei ist die Ausbeute eine höhere.

Die benöthigten Wassermengen für das Einweichen der Gerste bei dem pneumatischen Verfahren sind genau so gross, wie bei der Tennenmälzerei. Man kann dafür ziemlich genau pro Tag das Zehnfache von dem Gewicht der täglich einzuweichenden Gerste rechnen, so dass bei einer täglichen Verarbeitung von 5000 kg Gerste für alle Weichkästen in 24 Stunden etwa 50000 kg = 50 cbm Wasser für das Einweichen verbraucht werden. Für Luftanfeuchtung wird bei Anwendung der Streudüsen je nach der Jahreszeit das ein- bis zweifache Wasserquantum gebraucht, wie zum Einweichen, also für eine tägliche Verarbeitung von 5000 kg Gerste 50 bis 100 cbm.

Sind diese Wasserquantitäten als frisches Brunnenwasser nicht zur Verfügung, so lässt sich die Lufttemperirung so einrichten, dass das einmal gebrauchte Wasser durch Hochfördern mittelst einer geeigneten Pumpe und nach dem Passiren eines kleinen Sandfilters mehrfach benutzt wird, wodurch das Wasserquantum sich bedeutend reduzirt. Dies so abgehende Wasser kann auch noch ganz erfolgreich zu den ersten Einweichungen der Gerste oder als Kühlwasser bei der Eismaschine in Gebrauch genommen werden, so dass die oben angegebenen Mengen sich erheblich vermindern lassen und der effektive Wasserbedarf ein sehr kleiner wird.

b) Bei dem Saladin'schen System (Ch. Z. **1890.** 702) befindet sich das Keimgut nicht in einer Trommel, sondern in einem Kasten, durch den die Luft getrieben wird. Zum Wenden des Keimgutes dient ein besonderer Wendeapparat.

Die durch Flügelventilatoren angesaugte Luft wird in grosse, offene Trommeln (Umwechsler) gedrückt, welche einen Mantel aus mehreren über einander liegenden Schichten von geschlitztem Blech haben und in ihrem unteren Theil in ein Wasserbassin tauchen. Aus diesem entnehmen sie bei langsamer Umdrehung Wasser, welches in den Schlitzen der Trommel hängen bleibt. Die von dem Ventilator durch die Trommeln gepresste Luft muss ihren Weg durch die mit Wasser gefüllten Schlitzen der mehrfachen Mantellagen nehmen und sättigt sich dadurch mit Feuchtigkeit. Das Wasser kann auf jede gewünschte Temperatur gebracht werden, indem man durch ein in den Bassins liegendes Schlangenrohr im Winter Dampf, im Sommer Kühlwasser von der Eismaschine gehen lässt; die Luft hat daher stets die verlangte Temperatur.

Die mit Wasserdampf gesättigte und temperirte Luft gelangt durch Luftkanäle unter die Siebböden der einzelnen Keimkästen und durchströmt von hier aus das Malz. Die sich im Tennenraume ansammelnde stark kohlensäurehaltige Luft wird aus diesem mittelst Exhaustoren abgesaugt. Um nun das Keimgut in den Keimkästen nach Bedarf in seiner Lage zu verändern, bedient sich Saladin eines Wendeapparates. Derselbe besteht aus einem auf Schienen der ganzen Länge des Keimkastens nach sich fortbewegenden Wagen, welcher einen Metallcylinder trägt. Quer durch diesen Metallcylinder ragen mehrere vertikale Achsen, die durch geeignete Uebersetzungen

in Rotation versetzt werden. Jede dieser Achsen trägt eine Schnecke von doppelter Schraubenwindung, die genau bis auf das durchlochte Blech des Keimkastens reicht. Diese Schnecken bewirken bei langsamer Fortbewegung derselben und gleichzeitiger Rotation um ihre eigene Achse ein Aufwühlen und Vermischen des Keimgutes; dabei

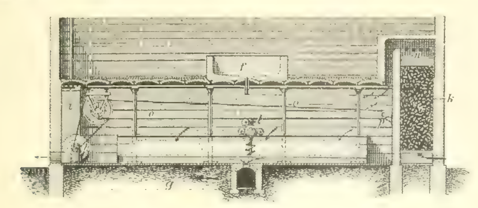


Fig. 253. Pneumatische Malzerei nach Saladin.

wird aber kein Korn verletzt. Um von einem Ende des Keimkastens zum anderen zu gelangen, braucht der Apparat ca. 50 Minuten. Die Keimkästen fassen in der Regel ca. 7500 kg einzuweichende Gerste. Das Quellgut liegt ca. 50 cm hoch; im weiteren Verlaufe des Wachsthums hebt sich aber der Haufen bis zu einer Höhe von ca. 60 cm.

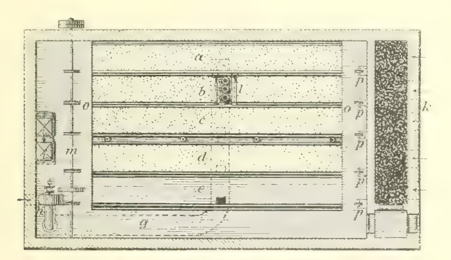


Fig. 254. Pneumatische Malzerei nach Saladin.

Eine **pneumatische Mälzerei nach Saladin**, bei welcher aber die Luft nicht durch den Umwechsler, sondern einen Koksthurm angefeuchtet wird, zeigen Fig. 253 und 254; die Ausführung ist von P. Kyll, Köln (Possanner S. 90). Die quellreife Gerste gelangt aus dem Quellstock *f* in die Keimkästen *a*, *b*, *c*, *d* und ruht hier auf perforirten Eisenblechplatten. Der von der Welle *m* angetriebene Ventilator *h* saugt die Luft durch den Koksthurm *k* in die Keimkästen und von diesen durch den Luftkanal *g* ab. Ueber den Koks rieselt ständig Wasser.

Die Wendevorrichtung *l* besteht aus einem Wagen von der Breite des Keimbeets, der mit drei korkzieherartigen Schrauben versehen ist, welche sich in entgegengesetzter Richtung drehen und dadurch das Keimgut lockern. Durch das endlose Seil *op* wird der Wagen zwischen zwei Schienen hin- und hergeführt.

Ueber die mechanisch-pneumatische Mälzerei nach Saladin im Vergleich zu der Tennenmälzerei urtheilt C. Lintner sen. (Ch. Z. 1890) folgendermassen:

1. In der pneumatischen Mälzerei nach dem System Saladin wird das Einhalten der verlangten Temperaturen in dem Keimkasten erreicht. Der Junghaufen soll sich nach dem dort üblichen Mälzungsverfahren von 9 bis 14° R. erwärmen und dann der wachsende Haufen auf der Temperatur von 14° R. erhalten werden. Dass dies vollständig gelingt, geht daraus hervor, dass die grössten überhaupt beobachteten Abweichungen nur ± 3° betrugen, die Temperaturen im Tagesmittel sich aber nur um + 1° und — 1,8° von der verlangten Temperatur entfernten. Auf der Tenne dagegen betrugen die Temperaturschwankungen im höchsten Falle 5° R., aber die Temperatur liess sich auf niedrigeren Graden überhaupt nicht halten, sondern war bereits am dritten Tage auf dem äussersten zulässigen Wärmegrad von im Mittel 16° R. angekommen und blieb auf demselben bis ans Ende stehen. An einzelnen Stellen wurde derselbe aber noch um 2° R. überstiegen.

2. Die Entfernung der in dem Malze sich ansammelnden, durch den Wachsthumsvorgang im Malze sich entwickelnden Kohlensäure, welche den Wachsthumsprozess nachtheilig beeinflussen kann, gelang in der pneumatischen Mälzerei vollständig. Weniger vollständig war dies trotz der starken Lüftung auf der Tenne der Fall, auf der bis auf die letzte Zeit noch immer, wenn auch schliesslich sehr geringe Mengen Kohlensäure in dem Malze verblieben. Im Winter, bei geringer Ventilation, ist die Menge der sich im Malze vorfindenden Kohlensäure noch erheblicher.

3. Der Wassergehalt des Malzes bleibt weder auf der Sommertenne, noch in der pneumatischen Mälzerei während des Wachsthums ein gleicher, vielmehr fand in beiden Fällen ein Wasserverlust des Malzes statt, welcher im Keimkasten bis 6%, auf der Tenne (trotz der Neuzufuhr von Wasser durch Spritzen) 5,2% betrug. Auch die pneumatische Mälzerei besitzt Vorrichtungen zum Bespritzen des Malzes; man benutzte dieselben aber nicht mehr, da sich herausgestellt hatte, dass bei starker Befeuchtung an manchen Stellen das Wachsthum der Graskeime zu stark gefördert wurde, so dass dieselben hervorbrachen. Dieser Wasserverlust scheint jedoch auf die Qualität des Malzes keinen wesentlichen Einfluss auszuüben, wie sich bei der Betrachtung der Malzanalyse zeigt.

Dagegen tritt ein wesentlicher Qualitätsunterschied darin zu Tage, dass das Tennenmalz in starkem Maasse von Schimmel befallen war, während das Kastenmalz schimmelfrei war. In den Analysen der fertigen Darrmalze zeigte sich kein nennenswerther Unterschied. Nur im Hektoliter-Gewicht war zwischen beiden Malzen ein Unterschied festzustellen. Während nämlich dasjenige des Keimkastenmalzes 52,1 kg beträgt, beläuft sich das des Tennenmalzes auf 50,4 kg.

Ferner ergab sich bezüglich der Gewichtsausbeuten, dass 160 Ztr. Gerste im Keimkasten 119,1 Ztr. Malz oder 74,4% und 5% Malzkeime geben, dagegen gab die gleiche Menge derselben Gerste auf der Tenne 117,8 Ztr. Malz oder 73,6% und 6,5% Malzkeime. Diese Thatsache fand auch weiterhin ihre Bestätigung.

Bei gleicher chemisch-qualitativer Zusammensetzung des Malzes war also die quantitative Ausbeute an Malz nach dem Saladin'schen Verfahren eine grössere als auf der Tenne.

Ob dem Galland'schen oder Saladin'schen Verfahren der Vorzug einzuräumen ist, kann nur die Praxis entscheiden.

Darren.

Durch das Darren des Grün- oder Schwelkmalzes wird der bohnenartige Geschmack desselben beseitigt und jenes Aroma erzeugt, welches

das fertige Bier charakterisirt. Den Hauptantheil an der Bildung des Malzaromas haben die Röstprodukte, die insbesondere aus Maltose, Isomaltose und Invertzucker entstehen; auch fermentative Vorgänge in der leicht löslichen Stärke des Keimlings spielen eine Rolle.

Von weiteren Prozessen während des Darrens sind zu nennen: Herabsetzung des Wassergehaltes von ca. 40 % auf ca. 2 %, wodurch die Wurzelkeime spröde werden und sich leicht entfernen lassen; das Malz wird ausserdem haltbarer; Verringerung der Diastasewirkung um 50 bis 80 %; Vermehrung des Gehaltes an Invertzucker.

Die auf der Darre vorzunehmende allmählich wachsende Erwärmung bis auf ca. 100° soll unter Aufwand von möglichst wenig Brennmaterial erfolgen: 100 kg keimfreies Malz erfordern in einer guten Darre bei 24stündigem Darren und einer Abdarrtemperatur von 90° ca. 20 kg Steinkohle mittlerer Qualität.

Bei den früher angewendeten Rauchdarren kommt das Malz mit den Heizgasen selber in Berührung und nimmt dadurch einen eigenthümlichen Geschmack an. Man heizt entweder mit getrocknetem Buchenholz oder mit Koks; nur in letzterem Fall sind diese Darren mit den jetzt fast ausschliesslich benutzten Luftdarren konkurrenzfähig, in welchen das Malz nur mit heisser Luft, nicht mit Verbrennungsgasen in Berührung kommt. Die Einzeltheile einer solchen Darre sind der Heizraum, die Lufterwärmungskammer (Sau) und der Darrraum.

Darrraum
2 Horde
1 Horde
Sauraum
Heiz-
raum

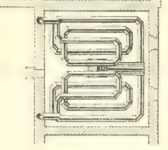


Fig. 255 u. 256.
Münchener Malzdarre der Germania.

Die im Darrofen erzeugten Verbrennungsgase werden in Heizröhren geleitet und gelangen von dort in den Schornstein.

Je nach der Lage der Heizröhre unterscheidet man Darren mit liegendem, stehendem (Cylinderdarren, Caloriferen) und kombinirtem Heizapparat; die ersteren und letzteren sollen besonders für bayrisches Bier geeignet sein, diejenigen mit stehendem Heizapparat für helles Bier.

Die Lufterwärmungskammer bezweckt eine gleichmässige Vertheilung der warmen Luft unter dem Darrraum und enthält ferner Züge, durch die man zur Regulirung der Temperatur kalte Luft in die Darre einleitet. In ihr sammeln sich auch die beim Wenden des Malzes durch die Horden fallenden Keime an; damit dieselben nicht auf den Röhren liegen bleiben und verkohlen, ist ein Schirm angebracht und die Röhren haben oben einen dreieckigen Querschnitt.

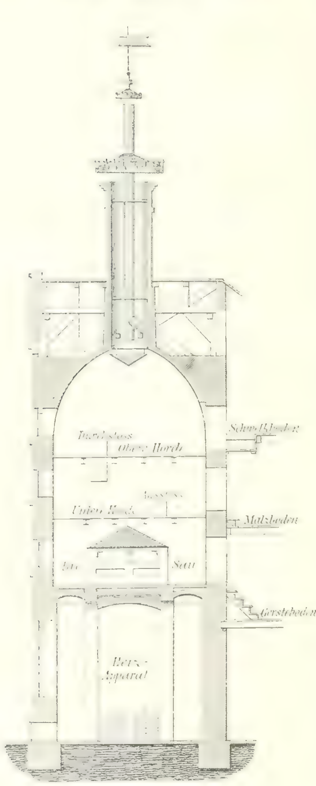


Fig. 257. Malzdarre der Germania.

In dem Darrraum liegt das Malz auf zwei Horden, seltener auf einer oder drei Horden (Platten aus gelochtem Eisenblech) ausgebreitet.

Von der höchsten Stelle aus wird die feuchte Luft ins Freie geleitet.

Eine Darre zur Darstellung des Malzes für vollmundiges Münchener Bier (Münchener Malzdarre) zeigen Fig. 255 bis 257 in einer Ausführung der Germania, Chemnitz.

Die Darre hat zwei Horden; die Heizgase gehen nicht direkt in die Saurohre, sondern passiren erst einen eigenartigen Kanal unter der Sau und erwärmen die Luft in diesem Raum.

Eine Malzdarre mit stehendem Heizapparat (Calorifère) derselben Maschinenfabrik ist in Fig. 257 abgebildet.

Der Apparat ist mit einem Mauermantel umgeben, an dessen unterem Theil die zu erhitzende Luft durch Jalousienöffnungen eintritt, um nach Zurücklegung eines ver-

tikalen Weges in Höhe des Calorifère mit einer Temperatur bis zu 150° in dem oberen, in die Sau ragenden Theil desselben auszumünden. Mittelst Regulirung des Luftzutritts kann man auch die Temperatur beliebig reguliren, ohne dass es nöthig ist, den Apparat stärker oder schwächer zu beheizen. Der Calorifère wird also stets gleichmässig in Anspruch genommen, wodurch seine Dauerhaftigkeit wesentlich erhöht wird; überdies wird durch die gleichmässige Erhaltung des Feuers nicht unwesentlich an Brennmaterial gespart. Die Darrhorden werden entweder aus gewalztem Drahtgewebe oder aus geschlungenem Oesendraht in Langstäben hergestellt und bieten eine freie Durchgangsfläche von 30 bis 35 %.

Während im Allgemeinen die Regel gilt, dass man in einer bestimmten Darre nicht alle beliebigen Malzsorten bereiten kann, hat man neuerdings Darren konstruirt, in welchen alle Arten Malz, von ganz hellem bis ganz dunklem, bereitet werden können; man erreicht dies insbesondere dadurch, dass man die Schwelk- und Abdarrtemperatur von einander unabhängig macht, wodurch der Darrprozess leichter regulirbar wird.

Zu erwähnen sind noch die kontinuirlichen, mechanischen Darren, die das Aufbringen, Wenden und Entfernen des Malzes selbstthätig besorgen. Diese Art Darren haben sich vorwiegend deshalb nicht eingeführt, weil die Qualität des Malzes zu wünschen übrig liess.

Ueber die Bereitung von Malz für bayrische, österreichische und böhmische Biere äussert sich Jodlbauer (Ch. Z. 1890. 716) folgendermassen.

In Bayern weicht man ziemlich stark und sieht besonders auf eine sehr starke und lange Wurzelbildung. Durch die grössere Wurzelentwickelung liegt das Grünmalz auf der Darre lockerer als z. B. das nach Wiener Art bereitete Malz mit kurzen Wurzelkeimen. Aus diesem Grunde wird das Grünmalz möglichst dick (20 bis 25 cm) aufgetragen und anfangs mit ziemlich starkem Luftzuge bei 31 bis 37° lufttrocken gemacht. Kommt das so getrocknete Malz auf die untere Horde, so muss es noch einen Feuchtigkeitsrest besitzen, den es bei der darauffolgenden rascheren Erhitzung über 69° mit hinübernimmt. Je grösser dieser Feuchtigkeitsgehalt ist, desto brauner, je kleiner derselbe, desto lichter wird der Mehlkörper des Malzes werden. Er darf aber auf keinen Fall so gross sein, dass er zu einer allgemeinen Glasmalzbildung und damit zu einer Zerstörung des Malzes Veranlassung gibt. Ist der Wassergehalt des von der oberen Horde kommenden Malzes unter 8 % gesunken, so ist es geradezu unmöglich, daraus ein Röstprodukt von bayrischem Charakter herzustellen.

Zum Zwecke des Röstens steigert man unter Schliessen der Züge die Temperatur innerhalb 2 Stunden auf 75° und erhält sie zum Schluss während 2 bis 3 Stunden bei geschlossenen Zügen auf 85 bis 88°: das sogen. Ausdarren des Malzes. Nach dem Röstprozess soll bayrisches Malz bei der Mehrzahl der Körner einen schwach gelblich, nicht aber einen dunkel gefärbten Mehlkörper und kräftig hervortretendes Malzaroma besitzen. Bei dunkleren Mehlkörpern treten leicht brenzlich unangenehm riechende Produkte auf. Dieser Vorgang verlangt daher grösste Aufmerksamkeit und Sorgfalt. Sehr oft ist es aber trotz alledem in Folge der Konstruktion der Darre nicht möglich,

dunkles Malz zu erzeugen. In solchen Fällen wird man zur Erzeugung dunkler Biere ein sorgfältig und gut geröstetes Farbmalz beimengen.

Zur Herstellung von Malz von Wiener Art trägt man das durch kurze, stark gekräuselte und recht üppige Wurzelkeime ausgezeichnete Grünmalz ebenso stark wie in Bayern auf der Darre auf, und zwar meist direkt von der Tenne aus. Man sucht zuerst das Grünmalz bei starkem Luftstrom bei einer Maximaltemperatur von 37,5° zu trocknen. Ist das Malz lufttrocken, so wird nach theilweisem Abschlusse der Luftzüge die Temperatur allmählich gesteigert, und mit Eintritt von 75° werden die Züge vollständig abgeschlossen. Die Temperatur steigt nun auf 81 bis 85° und wird 2 bis 3 Stunden gehalten.

In den böhmischen Brauereien findet man mit ganz wenigen Ausnahmen Luftheizungsdarren mit stehendem Röhrensystem. Das Grünmalz, das lange Wurzelkeime besitzt, soll auf der Schwelke, wenn möglich, lufttrocken gemacht werden; die Horden werden ziemlich dünn (12 bis 15 cm) belegt und das Malz zuerst bei starkem Luftstrom bei 31 bis 37,5° getrocknet und mit 47,5 bis 50° abgedarrt. Man vermeidet jeden Einfluss, welcher den Mehlkörper zu bräunen im Stande wäre, weshalb man recht langsam und mit viel Luft darrt, so dass das Malz auf der unteren Horde mindestens 12 Stunden verbleibt. In den letzten Jahren hat sich der Charakter der böhmischen Malze insofern etwas geändert, als dieselben besser ausgedarrt erscheinen, wodurch auch den daraus erzeugten Bieren jener charakteristische Geschmack nach rohem Getreide, sowie ihre ins Grünliche spielende Farbe grösstentheils benommen wurde. In Pilsen wird jetzt mit ca. 70° abgedarrt. Diese Steigerung der Abdarrtemperatur dürfte vor Allem der Hefe, die bei ihrer Entwickelung in Würzen aus zu niedrig abgedarrten Malzen sehr leicht degenerirt und deshalb oft gewechselt werden muss, zu Gute kommen. Die blass abgedarrten Malze zeigen reine, weisse Bruchflächen, und die aus ihnen gebrauten Biere sind weingelb bis lichtbraun.

Wie aber diese grossen Unterschiede zwischen den drei beschriebenen Mälzungs- und Darrmethoden und ihren Produkten bestehen, so liegen dazwischen noch sehr zahlreiche Abstufungen und Kombinationen, je nachdem man eine schwache, dann gesteigerte Temperatur länger oder kürzer auf das Malz einwirken lässt.

Wendeapparate benutzt man beim Darren mit Vortheil an Stelle des früher üblichen Umschaufelns durch Handarbeit; man wendet beim Darren etwa alle Stunden, beim Abdarren alle halben Stunden.

Einen zweckmässigen Apparat von Beck & Rosenbaum, Darmstadt, zeigt Fig. 258.

Der Apparat, welcher auf jeder bestehenden oder neu zu erbauenden rechtwinkeligen Malzdarre angebracht werden kann, besorgt mit sehr geringem Kraftaufwand das Wenden des Malzes auf der Darre mit einer Regelmässigkeit, wie sie bei der Handarbeit nicht möglich ist, und macht es überflüssig, dass vom Aufladen bis zum Abladen des Malzes irgend Jemand die Darre betritt. Durch das regelmässige Auflockern wird nicht nur ein gleichmässigeres und besseres Malz erzielt, sondern, da durch öfteres Wenden die Zirkulation der heissen

Luft sehr befördert wird, kann das Malz auch in beträchtlich kürzerer Zeit fertig gedarrt werden.

Der Apparat besteht auf der oberen Darre aus einer mit Schaufeln versehenen Achse, auf der unteren Darre aus einer mit spiralförmig aufgesetzten Federborsten versehenen Achse; beide Achsen bewegen sich auf seitlich angebrachten Zahnstangen von einem Ende der Darre bis zum anderen vor- und rückwärts. Jeder Wender geht selbstständig für sich, so dass das Grünmalz auf der oberen Darre, wie es dem

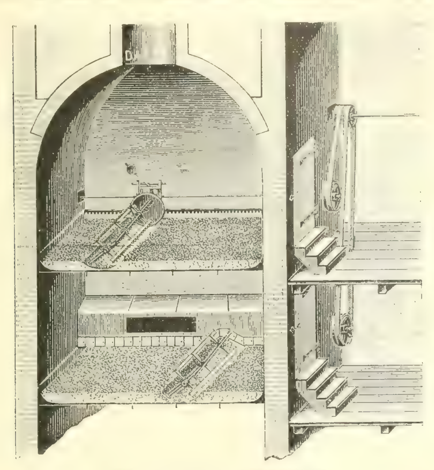


Fig. 258. Wendeapparat von Beck & Rosenbaum.

Mälzer passend erscheint, für sich gewendet werden kann. Der Kraftbedarf ist selbst bei grossen Darren nur ca. $^1/_4$ Pferdekraft.

Die Temperaturverhältnisse auf der Darre werden zweckmässig durch registrirende Thermometer geregelt.

Malzreinigung.

Um vorhandene Verunreinigungen des Malzes, insbesondere aber die einen Bitterstoff enthaltenden Keimlinge zu entfernen, findet das Reinigen und Entkeimen des Malzes statt; hierzu dienen die **Malzputzmaschinen**, von denen in Fig. 259 eine bewährte Konstruktion der Maschinenfabrik Germania, Chemnitz, abgebildet ist. Dieselbe besteht aus einem Holzgestelle, in dem ein sechskantiger Cylinder, ganz aus Eisen, gelagert ist, dem das Malz von einem darüber

angebrachten vertikalen Abreibeapparat zuläuft. In dem letzteren bewegt sich schnell rotirend eine Welle, mit Stiften besetzt, während andere Stifte wieder im feststehenden Gehäuse sitzen, zwischen denen das Malz passiren muss. Das Gehäuse ist zweitheilig und mit Charnieren versehen, lässt sich daher schnell und leicht öffnen. Das Abreiben der Keime geschieht vollständig, und der Cylinder scheidet die-

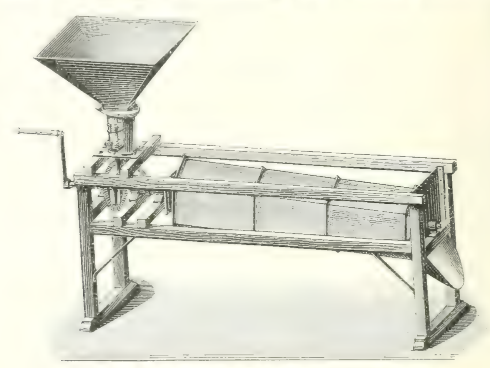


Fig. 259. Malzputzmaschine von der Maschinenfabrik Germania

selben bei genügender Länge rein aus, so dass das Malz sauber geputzt aus der Maschine hervorgeht. Für Maschinenbetrieb werden auf der Cylinderwelle statt der Kurbel Fest- und Los-Riemenscheiben aufgesteckt.

Da die Keimlinge hygroskopisch sind, muss das Putzen direkt nach dem Darren vorgenommen werden. Das fertige Malz lässt man alsdann vor der Verarbeitung in Silos (s. S. 19) ca. 7 Wochen lagern. Die Keimlinge sind ein werthvolles Futtermittel. Ihre Zusammensetzung ist folgende:

	I.	II.	III.
Wasser	2,10	3,22	5,00
Organische Substanz	89,20	90,00	84,57
Asche	8,70	6,78	10,43
Stickstoff in der organischen Substanz	3,87	5,00	4,10
Phosphorsäure in der Asche	1,20	1,13	1,30
Kali in der Asche	2,00	2,30	2,56

Ein Bild von der gesammten Einrichtung der noch immer meist gebräuchlichen Tennenmälzerei gibt Fig. 260, nach einem Entwurf von Beck & Rosenbaum, Darmstadt.

Die rohe Gerste gelangt durch den Aufzug, der in der Mitte des Gebäudes angebracht ist, auf die höheren Stockwerke, passirt von da eine Gerstesortir- und -reinigungsmaschine, um alsdann den

Weichen zugeführt zu werden. Derselbe Aufzug bringt die ausgewachsene Gerste aus dem Keimkeller auf den Schwelkboden, der mit der Beladungsöffnung der oberen Darrhorde korrespondirt, so dass die Darre bequem zu beschicken ist.

Eine Malzentkeimungs- und -reinigungsmaschine ist auf dem Schwelkboden angebracht. Ist das Malz auf der unteren Horde abgedarrt und in einen auf Höhe der zweiten Malzdarrhorde angebrachten Malzsammelkasten geworfen, so fördert ein Becherwerk

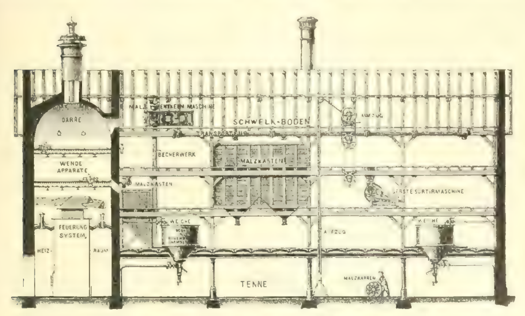


Fig. 260. Tennenmälzerei von Beck & Rosenbaum.

das Malz daraus auf diese Reinigungsmaschine. Transporteure vertheilen das gereinigte fertige Malz dann in die Lagerräume oder in den Malzvorrathskasten zum bequemen Fassen in Säcke und zur Abfuhr.

Bei dieser Anordnung bleibt wenig Handarbeit übrig, und es bedarf nur weniger Leute, um das Ganze zu führen. Bei dem leichten Gange der Triebwerke und Maschinen genügt auch eine kleine Dampfmaschine, unter Umständen ein Pferdegöpel, für bequemen Betrieb.

Eigenschaften. Gutes Malz bildet Körner, deren Farbe von derjenigen der Gerste nicht wesentlich abweicht und die auf Wasser schwimmen; ihr Geschmack ist süss. Der Mehlkörper ist weiss und mürbe.

Die Zusammensetzung ist nach Schwackhöfer:

Zahl und Art des Malzes	Gehalt an			
	Wasser		Extrakt in der Trockensubstanz	
	Maximum %	Minimum %	Maximum %	Minimum %
54 Pilsener Malze . . .	10,48	1,60	82,86	73,43
59 Wiener Lagermalze .	9,32	0,74	82,51	74,50
39 Bayrische Malze . . .	6,18	0,38	80,72	73,45

Nach Lintner (vergl. Bender, Jahresrundschau f. d. chem. Industrie **1893**. Heft II. 162) ist der im normalen Darrmalz präexistirende Zucker Saccharose und ein Gemenge von Dextrose und Lävulose; daneben kommen geringe Mengen Röstprodukte der Kohlenhydrate und Gummi vor. Im Gegensatz zu anderen Forschern ist nach ihm Dextrin und Maltose nich vorhanden, ebensowenig Isomaltose.

Die Ausbeuten an verschiedenen Malzsorten gehen aus nachstehender Tabelle hervor:

Gerstensorte	Trockengehalt der Gerste %	Durchschn.-Gewicht eines lufttrockenen Gerstenkorns mg	Schwemmlinge aus lufttrockener Gerste %	Quelldauer Std.	Keimdauer Tage	Beginn der Keimung nach Std.	Grünmalz aus lufttrockener Gerste %	Keimfreies Darrmalz aus lufttrockener Gerste %	Wassergehalt des Darrmalzes %	Malztrockensubstanz aus Gerstentrockensubstanz %
Ungarische	85,87	37,64	0,73	75	11,0	41	148,1	83,2	5,79	91,27
Slowakische	87,03	38,02	0,44	92	9,4	34	153,1	84,4	6,55	90,62
Regensburger	84,05	41,17	1,28	79	8,9	47	157,3	81,0	4,80	91,09
Böhmische	86,31	44,50	0,82	74	8,9	38	151,9	83,3	5,40	91,30
Fränkische	82,35	47,40	1,40	95	10,25	57	146,4	78,5	4,72	90,82
Saalgerste	86,56	43,60	0,56	73	9,33	48	153,7	83,3	5,42	91,01
Mährische	86,7	38,65	1,34	94	9,25	46	158,2	80,8	5,07	89,17
Schwedische	81,69	39,93	1,14	92	11,05	92	152,9	79,6	4,85	92,86

Die Zusammensetzung der entsprechenden Gerste war folgende:

	Ungarische	Slovakische	Regensburger	Böhmische	Fränkische	Saalgerste	Mährische	Schwedische
Stickstoff	1,809	1,629	1,877	1,809	1,859	1,696	1,750	1,605
Asche	2,69	2,64	2,85	2,57	2,81	2,86	2,65	2,63
Kieselsäure	0,599	0,671	0,656	0,651	0,826	0,579	0,645	0,711
Phosphorsäure	1,010	0,790	1,078	0,923	0,798	0,817	0,804	0,767
Schwefelsäure	—	—	—	0,082	0,147	—	—	0,107
Kalk	0,056	0,059	0,065	0,062	0,059	0,037	0,640	0,067
Magnesia	—	—	—	0,231	0,229	0,216	—	0,224
Eisenoxyd	0,009	0,013	0,016	0,015	0,007	0,013	0,009	0,003
Kali	—	—	—	0,315	0,608	0,528	—	0,592
Malze.								
Stickstoff	1,625	1,600	1,857	1,798	1,729	1,568	1,733	1,413
Asche	2,48	2,39	2,44	2,30	2,42	2,35	2,32	2,31
Kieselsäure	0,598	0,711	0,677	0,644	0,725	0,556	0,770	0,651
Phosphorsäure	0,929	0,868	0,904	0,708	0,779	0,784	0,830	0,693
Schwefelsäure	0,029	0,054	0,012	0,029	0,012	0,019	0,031	0,058
Kalk	0,091	0,072	0,087	0,077	0,084	0,096	0,085	0,082
Magnesia	0,253	0,266	0,236	0,219	0,239	0,239	0,219	0,212
Eisenoxyd	0,022	0,018	0,019	0,014	0,017	0,011	0,015	0,015
Kali	0,468	0,363	0,470	0,367	0,385	0,417	—	0,407

Schroten des Malzes.

Um beim Kochen der Würze einen leichteren Zutritt des Wassers zum Korn zu ermöglichen, wird dasselbe zerkleinert. Hierbei muss

der Mehlkörper fein zertheilt werden, während die Hülsen grössere Bruchstücke bilden müssen, da sie später beim Filtriren der Würze das Filtermaterial bilden sollen.

Die Zerkleinerung findet in der Schrotmühle zwischen zwei Walzen statt. Ein entsprechender Apparat (Rheinische Mühle) ist in Fig. 261 abgebildet. Das Malz fällt durch Rumpf *a* auf das Doppel-

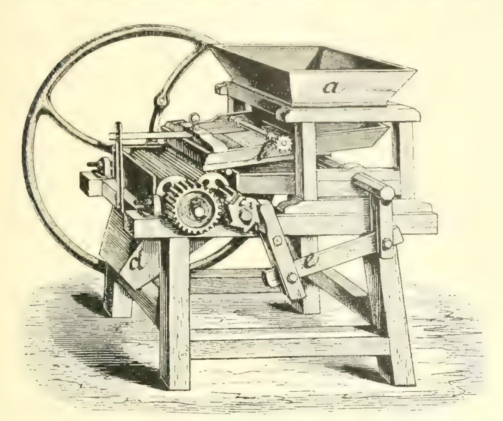


Fig. 261. Schrotmühle

sieb *b*, welches gröbere und feinere Verunreinigungen entfernt, und gelangt dann zwischen die Walzen c_1 und c_2, von wo der Schrot durch die Rinne *d* abgeleitet wird. Die Rüttelvorrichtung *e* setzt das Sieb in Bewegung.

Farbmalz

dient dazu, dem Bier jenen tiefbraunen Farbton zu geben, wie er besonders in Bayern beliebt ist. Das Malz lässt sich auf der Darre nicht so weit rösten, dass es die gewünschte Farbe erhält, vielmehr dienen hierzu die Farbmalztrommeln; das vorher angefeuchtete Malz wird in eine drehbare Trommel gegeben und unter ständigem Drehen durch eine untergelegte Feuerung geröstet. Man heizt am besten mit Koks oder Holz und vermeidet sorgfältig ein Verkohlen des Malzes. Die Temperatur steigt bis auf 200° und es entsteht Karamel, Assamar etc. (s. auch Zuckerkouleur S. 398).

Gutes Farbmalz liefert nach dem Zerreiben, Kochen mit Wasser und Filtriren eine dunkelbraune, klare, fast geschmacklose Lösung.

Während ein solches Farbmalz eine dunkelbraune Hülse hat,

kommt neuerdings auch ein hellbraunes Farbmalz in den Handel, das nach Haunmüller's Verfahren hergestellt wird, indem man Grünmalz oder feuchtes Darrmalz verzuckern lässt und dann bei niedrigerer Temperatur röstet. In Folge des geringeren Färbevermögens ist diese Art Farbmalz nicht für dunkles Bier zu verwenden.

II. Brauen.

Der eigentliche Brauprozess zerfällt in folgende Einzelverfahren:

1. Bereitung der Würze,
2. Kochen der Würze mit Hopfen,
3. Kühlen der Würze.

Die beiden ersten Operationen finden im Sudhaus, die letzte neben oder über diesem im Kühlhaus statt.

1. Die Würze.

Beim Mischen des Malzschrotes mit Wasser und Erwärmen auf ca. 75° (dem Maischen) wird das Malz extrahirt und die vorhandene Stärke in lösliche Maltose und Isomaltose (Zucker), sowie in Dextrin verwandelt.

Durch Abfiltriren von den unlöslichen Bestandtheilen (Abläutern) erhält man die Würze. Man hat wesentlich zwei Maischprozesse zu unterscheiden, das Dekoktions- oder Kochverfahren und das Infusions- oder Aufgussverfahren, die in vielfachen Modifikationen, auch mit einander kombinirt in Anwendung kommen. Der Unterschied zwischen den beiden Verfahren liegt in der Art und Weise, wie man die Maische auf die erforderliche Temperatur von ca. 75°, die Abmaischtemperatur, bringt.

a) Beim Dekoktionsverfahren oder der Dickmaischbrauerei wird ein Antheil der Maische, und zwar der von der dünneren Brühe getrennte dickere Antheil, die Dickmaische, aus dem Maischbottich in den Maischkessel (Maischsiedepfanne) geschöpft, zum Sieden erhitzt und dann wieder in den Bottich zurückgeschöpft; dieser Prozess wird so lange wiederholt, bis die Maische auf ca. 75° erwärmt ist. Durch die allmähliche Temperatursteigerung wird eine möglichst vollkommene Extraktion des Malzes erreicht.

b) Das Infusionsverfahren wird so geführt, dass man entweder das Malzschrot in heisses Wasser einträgt und nach der Mischung auf 75° kommt: abwärtsmaischende Infusion, oder man mischt das Schrot mit kaltem Wasser und erwärmt hierauf auf die Abmaischtemperatur von 75°: aufwärtsmaischende Infusion.

Die zum Brauen erforderlichen

Sudwerke

zeigen je nach dem eingeschlagenen Brauverfahren und der Grösse des Betriebes zahlreiche Abweichungen.

Die angewandten Apparate sind folgende:

α) Vormaischapparat. Derselbe wird benutzt, um das Verstäuben bei dem direkten Einbringen des Malzschrotes in den Maischbottich zu verhindern. In den Apparat wird das Schrot, ehe es in den

Bottich gelangt, mit kaltem Wasser gemischt, um dann als breiartige Masse auszutreten.

Diese Vormaischapparate können entweder für Maschinenbetrieb eingerichtet werden und erhalten den Antrieb zumeist von der stehenden Welle der Maischmaschine, oder sie sind selbstthätig und erfordern dann zum Betriebe keinerlei Kraft.

Einen Apparat erstgenannter Konstruktion in einer Ausführung der Maschinenfabrik Germania, Chemnitz, zeigt Fig. 262. Das Malz-

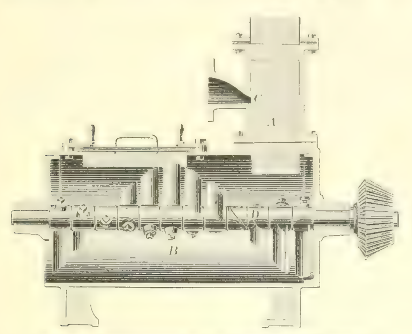


Fig. 262. Vormaischapparat von der Maschinenfabrik Germania.

schrot fällt durch Rohr *A* in das Gehäuse *B* und wird bei *C* durch eine Brause mit kaltem oder warmem Wasser gemischt. Das Gemisch wird durch das Rührzeug *D* gleichmässig vertheilt und dann in den Maischapparat ausgeworfen.

Die selbstthätigen Vormaischer bewirken die gleichmässige Mischung von Wasser und Malzschrot durch Anwendung von brausenartig vertheilten Wasserstrahlen. Durch dachförmige Flächen vertheilt man die Mischung vor dem Eintritt in den Maischbottich gleichmässig; der Apparat wird am Bottichrand befestigt.

β) Maischbottich. Während in grösseren Brauereien der Maischbottich nur zum Maischen dient, gebrauchen ihn kleinere Betriebe auch zum Abläutern (Abfiltriren der Treber). Dem entsprechend zeigt der Bottich im letzteren Fall eine etwas abweichende Einrichtung.

Fig. 263 zeigt die Einrichtung eines hochgestellten Bottichs mit Maischmaschine von A. Neubecker in Offenbach. Unter dem Bottich befindet sich die Transmissionswelle, auf der eine Friktionskuppelung sitzt, vermittelst welcher ein konisches Triebrad mitgenommen wird. Das Aus- und Einrücken der Kuppelung geschieht von dem den Bottich umgebenden, auf eisernen Konsolen ruhenden Perron aus. Das konische Triebrad greift in ein grosses konisches Rad auf der stehenden Maischmaschinenwelle, die durch den Bottich

hindurchgeht und über demselben in einem Querstege gelagert ist. Auf der Maischmaschinenwelle sind Arme befestigt, welche die horizontale und die vertikale Messerwelle tragen; letztere werden in Be-

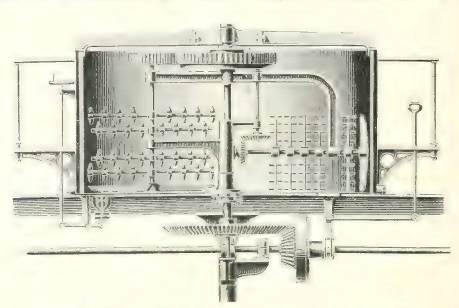


Fig. [illegible]. Hochgestellter Bottich mit Maischmaschine von A. Neubecker.

wegung gesetzt durch Räderübersetzungen, die von dem grossen Stirnrad der stehenden Hauptwelle ausgehen. Während die Arme durch die Keile fest auf der Welle sitzen, ist das Stirnrad nicht mit derselben verbunden, sondern wird durch eine Bandbremse gehalten, die vom Bottichrand aus mittelst Handrad gelöst oder geschlossen werden kann. Schliesst man die Bremse, so rollen die Uebersetzungsräder der Messerwellen auf dem festgehaltenen Stirnrade ab, indem sich die Maischmaschine dreht, und geben den Messerwellen gleichfalls rotirende Bewegung; löst man dagegen die Bremse, so wird das Stirnrad durch die Uebersetzungsräder mitgenommen und die Maischmaschine rotirt, ohne dass sich die Messerwellen drehen. Hierdurch ist man in Stand gesetzt, nach Belieben kräftig oder langsam zu maischen.

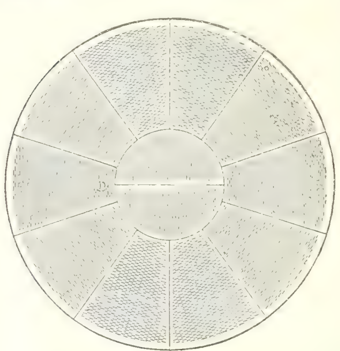


Fig. 231. Senkboden.

Der Kraftbedarf für die Maischmaschine ist 4 bis 6 Pferdestärken. Unter besonderen Verhältnissen kann die Maischmaschine auch von oben angetrieben werden.

Die fertiggestellte Würze wird dadurch von den Trebern getrennt (abgeläutert), dass man sie durch Metallplatten mit Löchern oder Schlitzen (Senkböden) treten lässt; eine solche ist in Fig. 264 abgebildet.

Zum Auslaugen der zurückbleibenden Treber findet ein Zusatz von Wasser mittelst des Anschwänzapparates statt, wobei die Masse mit der Treberaufhackmaschine gut verrührt wird.

Während diese Operationen in grösseren Betrieben in besonderen Läuterbottichen vorgenommen werden, dient häufig auch der Maischbottich gleichzeitig als Läuterbottich.

Eine entsprechende Konstruktion der Maschinenfabrik Germania, Chemnitz, ist in Fig. 265 veranschaulicht.

A ist der Läuter- resp. Maischbottich, *B* der Senkboden, *C* die

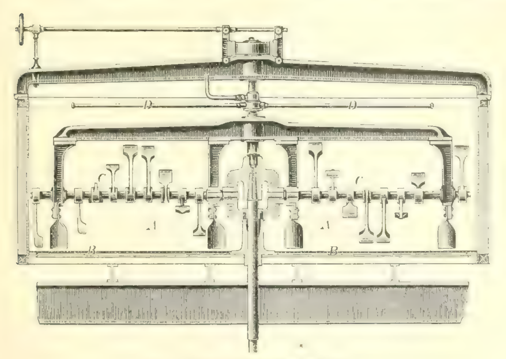


Fig. 265. Lauterbottich der Germania.

Aufhack- und Maischvorrichtung, *D* der Anschwänzapparat. Das Wasser fliesst unter Druck in die hohle Achse des Anschwänzapparates und dreht beim Ausfliessen durch die Löcher der Arme *D* dieselben selbstthätig. Die Maschine besitzt eine Geschwindigkeitsregulirung, durch welche man es in der Hand hat, die Maschine auf der Stelle laufen oder langsam oder schnell arbeiten zu lassen. Der Antrieb der Maschine lässt sich nur von unten bewirken.

Der Maischkessel.

Der Maischkessel, auch Dickmaischkessel genannt, dient beim Dekoktionsprozess zum Erhitzen eines Antheils der Maische. In kleineren

Betrieben wird er ausserdem als Würzepfanne zum späteren Kochen der geläuterten Würze mit Hopfen benutzt.

Eine Maischpfanne mit Dunstabzug (Haube), wie sie die Germania, Chemnitz, baut, veranschaulicht Fig. 266; um eine gleichmässige Erwärmung zu bewerkstelligen, ist ein Rührwerk aus stehender Welle, Schwengel und Ketten angebracht.

Soll mit Dampf gekocht werden und nicht, wie üblich, mit direkter Feuerung, so erhält die Maischpfanne einen doppelten Boden

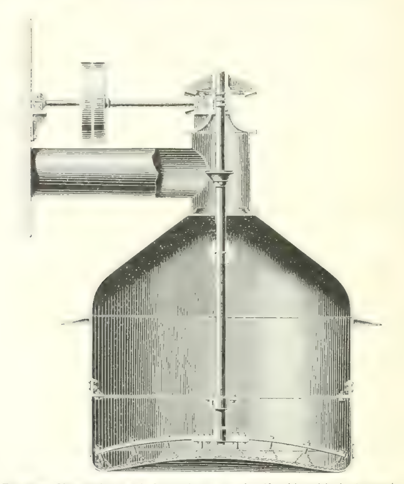


Fig. 266. Maischpfanne mit Dunstabzug von der Maschinenfabrik Germania

und theilweise doppelte Wandung. Ein Dampfdruckreduktionsventil vermindert den Druck, wenn die Kesselspannung zu hoch ist; der kondensirte Wasserdampf wird automatisch fortgeführt; am tiefsten Punkt der Pfanne läuft die Würze ab. Eine solche Maischpfanne, wie sie die Germania, Chemnitz, baut, zeigt Fig. 267.

Als Vortheile des Verfahrens sind zu nennen, dass die Maische nicht anbrennen kann, die Regulirung eine leichte ist und an Brennmaterial gespart wird.

Man ordnet die Lage der Maischpfanne oberhalb des Maischbottichs an, wenn es darauf ankommt, die Maische aus der Pfanne schneller zum Bottich überzuführen, als dies mittelst Pumpen möglich ist. Es ist jedoch erforderlich, zwischen Bottich und Kessel einen

Behälter, den Grand, anzubringen, in welchen die geläuterte Maische, d. i. die Würze, fliesst, um alsdann in den Kessel zum Kochen gepumpt zu werden. Wenn der Bottich zum Maischen und Läutern höher als die Pfanne steht, lässt sich die Anbringung des Grand ersparen, nur die Würze wird weniger stark abgekühlt.

Läuterbottiche

werden, wie oben erwähnt, mehrfach mit den Maischbottichen kombinirt. Die für ihre Einrichtung charakteristischen Theile: Läuterboden, Anschwänzvorrichtung und Treberaufhackmaschine, sind bereits aufgeführt (s. Fig. 265).

Bei allen Läuterbottichen, die so hoch gestellt sind, dass die

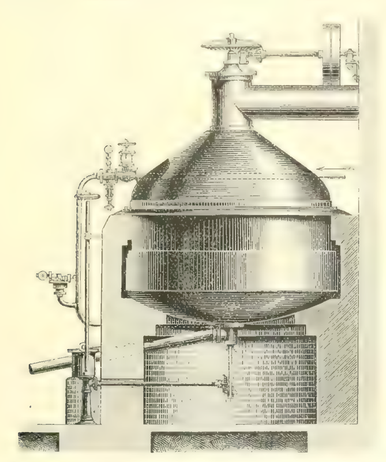


Fig. 267. Maischpfanne mit doppeltem Boden von der Maschinenfabrik Germania.

Würze frei nach der Pfanne ablaufen kann, wird der früher allgemein gebräuchliche, jetzt veraltete Grand ersetzt durch die Läuterbatterie (Fig. 268), zu welcher die Würze durch eine Anzahl Röhren mit den Läuterhähnen gelangt.

Die Läuterbatterie besteht aus einem weiten Kupferrohre, das an der einen Seite durch einen Deckel mit Bügel verschlossen, an der anderen Seite mit einem einseitigen Auslauf versehen ist, unten einen Ablasshahn und oben ein Luftrohr trägt. Die Läuterhähne sind mit Stellbogen versehen und haben unten kleine Probirhähnchen, damit

man das Klarlaufen der Würze beobachten und darnach die Stellung der Hähne bewirken kann.

Ist der Läuterbottich gefüllt und wird mit dem Abläutern begonnen, so würde zunächst ein starkes Absaugen eintreten, das abhängig von der Höhe des Würzespiegels wäre und ein Mitreissen von vielen kleinen Bestandtheilchen der Treber zur Folge hätte. Je grösser der Bottich ist, resp. je höher der Würzespiegel steht, desto mehr würde sich dieser Missstand geltend machen. Um demselben zu begegnen, ist am Auslauf der Batterie ein ∩-förmig gebogenes Rohr eingeschaltet, das sich auf zwei Hahnenkörpern dreht. In der aufrechten Stellung überragt der Würzespiegel die Biegung des Rohres nur wenig, so dass der Druck der Würze auf ein geringes Maass beschränkt ist. Es wird nur so lange Würze über die Biegung des Rohres laufen, bis dieselbe

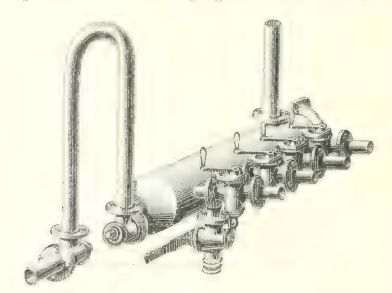


Fig. 268. Läuterbatterie von Neubecker.

nicht höher als der Würzespiegel steht; in dem Maasse, wie dieser allmählich sinkt, senkt man auch das Rohr, bis es schliesslich am Ende des Abläuterungsprozesses ganz horizontal liegt. Die Oeffnungen im Hahnkörper sind dementsprechend eingerichtet, dass sie während der Vierteldrehung offen bleiben, jedoch geschlossen werden, wenn man das ∩-förmige Rohr nach der entgegengesetzten Seite niederlegt.

Der Braukessel,

die Würzepfanne, wird mit und ohne Rührwerk konstruirt und meist mit direkter Feuerung geheizt; auch bei ihm hat sich aber die Heizung mit indirektem Dampf bewährt. Man stellt ihn aus Kupfer oder besser aus Eisen mit kupfernem Boden her und wählt neuerdings viereckige und flache Formen. Bedeckt wird er mit einem Dunstabzug.

Ein Vorwärmer liefert das im Betrieb mehrfach gebrauchte warme Wasser.

Hopfenseiher.

Der Hopfenseiher wird benutzt, um aus der gekochten und gehopften Würze den Hopfen zu entfernen; der Inhalt der Würzpfannen

wird entweder in einen mit Seihplatten ausgesetzten Kasten abgelassen, welcher seinen Stand im Sudhaus unweit der Pfanne hat, oder durch die Pumpe nach dem Kühlschiff befördert und in einen Kasten geworfen, dessen Seitenwände die Seihflächen bilden.

Im ersten Fall bilden die Seihplatten, wie Fig. 269 zeigt, einen

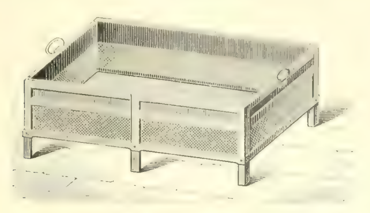


Fig. 269. Hopfenseiher.

Kasten, welcher in einem zweiten steht, der die filtrirte Würze aufnimmt und an das Kühlschiff weiter abgibt.

Die auf dem Kühlschiff stehenden Hopfenseiher gelangen nur in kleineren Brauereien zur Anwendung. Bei langen Druckleitungen sind

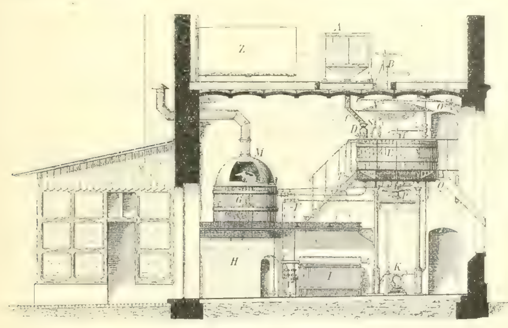


Fig. 270. Sudhaus von Neubecker.

sie nicht zu empfehlen, weil die Hopfenblättchen sich an der inneren Rohrwandung sehr fest anlegen und sehr schwer zu entfernen sind.

Die Anordnung der oben beschriebenen Einzelapparate in einem von C. A. Neubecker, Offenbach, gebauten Sudhaus veranschaulichen Fig. 270 und Fig. 271.

Es bedeutet: *A* Schrotkasten, *B* Waage, *C* Schrotfallrohr, *D* Vormaischapparat, *E* Maisch- und Läuterbottich mit Dampfboden, *F* Läuterbatterie, *G* Dampfkochpfanne, *H* Ablassventil, *I* Hopfenseiher, *K* Maisch- und Würzepumpe, *L* Schwenkhahn, *M* Dunsthaube, *N* Deckel zum Bottich, *O* Hebevorrichtung des Deckels, *P* Antrieb der Maischmaschine, *Q* Treberthüre, *R* Abmaischventil, *S* Gabelrohr,

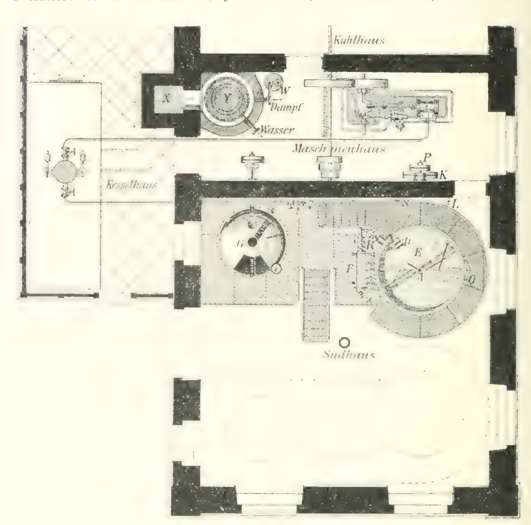


Fig. 271. Sudhaus von Neubecker.

T Anschwanzapparat, *U* Dampfventilstützen, *V* Kondensationstopf für die Gefässe, *W* Kondensationstopf für den Vorwärmer, *X* Kamm, *Y* Vorwärmer, *Z* Wasserreservoir.

Was die Grösse der Apparate betrifft, so erfordert nach Thausing 1 hl Gebräu:

1,40 hl Maischbottichraum, 0,70 hl Maischkesselraum, 1,66 hl Läuterbottichraum, 1,45 hl Würzepfannenraum.

Brauverfahren.

Das Brauverfahren setzt sich zusammen aus:

Bereitung der Maische,
Bereitung der Würze durch Abläutern,
Kochen der Würze mit Hopfen.

Bereitung der Maische.

a) Dekoktionsverfahren. Das Dekoktionsverfahren oder die Dickmaischbrauerei ist besonders in Deutschland und Oesterreich im Gebrauch. Es kommt darauf an, das Malz möglichst gut durch das Wasser zu extrahiren und ein Verbrühen des Malzes zu vermeiden. In Bayern verwendet man auf 1 hl Malz (die Schüttung) ca. 3 hl Wasser (den Guss); zwei Drittel des Wassers kommen häufig als Hauptguss zum Maischen und der Rest als Nachguss zum Auslaugen der Treber.

Das Dekoktionsverfahren ist umständlicher und zeitraubender als das Infusionsverfahren; das Bier ist vollmundiger, dextrinreicher als das nach dem zweiten Infusionsverfahren erhaltene. Die Theorie des Prozesses ist folgende:

Zunächst wird beim Einteigen aus dem Malz die Diastase ausgelaugt und die Stärke in Folge der Durchdringung mit Wasser für die Auflösung vorbereitet. Durch das allmähliche Erhitzen der ersten Dickmaische wird die in ihr vorhandene Stärke verzuckert (Maltose) oder zur Verzuckerung vorbereitet und das Schrot ausgelaugt; ein Theil der Diastase wird bei höherer Temperatur vernichtet, weshalb möglichst dicke, schrotreiche Maische zu kochen ist. Beim Zurückschöpfen in den Maischbottich werden die Stärke und die Dextrine der Dickmaische lebhaft verzuckert und in Folge der Temperaturerhöhung wird auch die nicht gekochte Stärke durch Diastase gelöst.

Durch Erhitzen der zweiten Dickmaische finden analoge Vorgänge statt; beim Zusatz zur Hauptmaische wird die zur Verzuckerung der Stärke günstigste Temperatur von ca. 63° erreicht.

Das Lautermaischkochen (Kochen der nahezu treberfreien Würze) findet statt, um bei höherer Temperatur die noch nicht angegriffene Stärke zu lösen.

Alle Einzelheiten des Verfahrens sind zahlreichen Modifikationen unterworfen. In München verfährt man nach Lintner u. A. folgendermassen:

Das Malzschrot wird im Bottich mit kaltem Wasser (ca. 2 hl auf 1 hl Malz) innig gemischt und unter Umrühren 2 bis 3 Stunden sich selbst überlassen. Den Rest des Maischwassers (ca. 1 hl auf 1 hl Malz) erhitzt man zum Sieden und setzt ihn unter ständigem Rühren dem Maischgut allmählich zu, so dass dessen Temperatur auf 31 bis 37° steigt; um ein Verbrühen des Malzes zu verhüten, muss sehr langsam (ca. 1/2 Stunde) erwärmt werden. Jetzt wird die erste Dickmaische (ca. ein Drittel der Gesammtmaische) in die Braupfanne geschöpft, zum Sieden erhitzt und wieder der Maische zugegeben, deren Temperatur nun 47 bis 51° erreicht.

Hierauf wird die zweite Dickmaische, auch wieder ca. ein Drittel der Gesammtmaische gekocht und durch deren Rückschöpfen die Maische auf 60 bis 62° erhitzt.

Man lässt ca. 1/4 Stunde absetzen und schöpft von oben die dünnere Lautermaische in den Braukessel ab, erhitzt zum Sieden und erreicht durch Zurückschöpfen in den Maischbottich die Abmaischtemperatur von 72 bis 75°, bei welcher man die Maische ca. 1/2 Stunde sich selbst überlässt damit die Treber zu Boden sinken und das Abläutern stattfinden kann.

Habich (Schule der Bierbrauerei, von Schneider und Behrend

Halle a. S.) gibt folgendes Beispiel: Im Bottich sind 4.7 hl kaltes Wasser, durch Zusatz von 1.6 hl siedenden Wassers steigt die Temperatur auf 35 bis 37°. Als erste Dickmaische werden 2.5 hl gesotten und hiervon nach 3/4 Stunden so viel zurückgeschöpft, dass die Temperatur 47 bis 50° beträgt. Als zweite Dickmaische siedet man 2.6 hl 1 Stunde; beim Zurückschöpfen in den Maischbottich wird die Temperatur von 60 bis 62° erreicht. Lautermaische werden 6 hl 1/4 Stunde lang gekocht.

In Norddeutschland und Oesterreich lässt man zur Bereitung heller und mittelfarbener Biere das Lautermaischkochen meist fort und begnügt sich mit zwei Dickmaischen. In böhmischen Brauereien verfährt man wie folgt: Die Mischung von Schrot und kaltem Wasser wird durch heisses auf ca. 50° gebracht und dann die erste Dickmaische entnommen. Sie wird in 3/4 Stunden auf 75° erwärmt und zur Hauptmaische gegeben, deren Temperatur dadurch auf 65° steigt. Die zweite Dickmaische wird 1/2 Stunde auf 75° angewärmt, 1/2 Stunde gekocht und dann zurückgeschöpft, wodurch die Abmaischtemperatur von 75° erreicht wird.

b) Infusionsverfahren. Das Infusionsverfahren ist weniger in Deutschland als in England und Schottland in Gebrauch. Eine richtig geleitete Infusion gestattet eine bessere Ausnutzung des Fermentativvermögens der Diastase. Daher sind die in dieser Weise bereiteten Biere auch dextrinärmer und alkoholreicher als diejenigen nach dem Dekoktionsverfahren. Der Prozess selbst verläuft wesentlich schneller.

Zu unterscheiden ist abwärts- und aufwärts maischende Infusion. Bei ersterer werden ca. 100 kg Malz allmählich mit ca. 170 kg Wasser von ca. 77 bis 82° innig gemischt, worauf noch 110 kg Wasser von 94° zugegeben werden. Die Abmaischtemperatur von 70° wird etwa 1 Stunde lang eingehalten.

In anderen, Londoner Brauereien maischt man 1/2 bis 3/4 Stunden mit Wasser von 63° im Sommer, von 75° im Winter. Durch Zusatz von Wasser von 94° wird die Temperatur von 63° wieder hergestellt und die Maische 1 bis 1 1/2 Stunden sich selbst überlassen.

Als aufwärts maischende Infusion ist das Kesselmaischen anzuführen, bei welchem mit kaltem Wasser eingeteigt und die Maische über direktem Feuer auf 65° gebracht wird. Ist bei dieser Temperatur völlige Verzuckerung eingetreten, so wird auf 75° erhitzt und dann abgeläutert.

Die analytische Kontrole des Maischens bezieht sich inbesondere auf den Nachweis von Stärke durch die Jodreaktion. Von Wichtigkeit ist es nach Kukla, eine Probe der noch nicht geläuterten Maische zu kochen und das Filtrat mit Jod zu prüfen, da ein Theil halbaufgeschlossener Stärke in den Trebern zurückbleibt und daher nicht erkannt wird, wenn man, wie früher üblich, die geläuterte Maische prüft.

Solange noch mit Jod in dieser Weise Stärke nachzuweisen ist, soll die Maische nicht über 75° erhitzt werden, damit die Diastase noch zur Wirksamkeit gelangt.

Das Abläutern

der Maische erfolgt, nachdem dieselbe ca. 1 Stunde auf Ruhe gestanden hat und Hülsen, koagulirtes Eiweiss etc. zu Boden gesunken sind; durch diese auf dem Siebboden ruhende Schicht wird die Maische

filtrirt. Die erhaltene klare Würze (Vorderwürze) wird durch Kochen mit Hopfen weiter behandelt.

Das Auswaschen (Anschwänzen) der Treber mit Wasser von ca. 75° soll möglichst rasch erfolgen, damit keine Zersetzung (Milchsäurebildung) eintritt. Man stellt durch Anschwänzen meist 2 bis 3 Nachgusswürzen, die gewöhnlich mit der Vorderwürze vereint werden. Unter Umständen bereitet man auch Dünnbiere aus ihnen. Als letzten Nachguss erhält man das Glattwasser, aus dem Spiritus gewonnen wird.

Als Beispiel eines Dickmaischverfahrens dienen folgende Angaben aus dem Betrieb der Schöneberger Schlossbrauerei bei Berlin:

Malzschrot wurden eingemaischt	2500 kg
Es wurde mit so viel Wasser eingemaischt, dass im Maischbottich eine Maische erhalten wurde von	92 hl
Die Temperatur der kalten Maische war	17,5°
In der Pfanne wurde zum Aufbrühen Wasser gekocht .	33,5 hl
Anfangstemperatur des Wassers	56,25°
Während des Aufbrühens verdampften aus der Pfanne	82,8 l
Zum Aufbrühen wurde Wasser verwendet	32 hl
Die ganze Maische wurde hierdurch gebracht auf . .	124 hl
Die Temperatur der Maische stieg durch das Aufbrühen auf	37,5°
Als erste Dickmaische wurden in die Pfanne abgelassen und zum Kochen gebracht	30 hl
Während des halbstündigen Kochens der Dickmaische verdampften	4 hl
Die Temperatur der Maische im Bottich stieg auf . .	50°
Als zweite Dickmaische wurde in die Pfanne abgelassen und zum Kochen gebracht	40 hl
Während des Kochens verdampften in 35 Minuten . .	4 hl
Die Temperatur der Maische im Bottich stieg auf . .	61,25°
Als Lautermaische wurden in die Pfanne abgelassen und zum Kochen erwärmt	53 hl
Während des Kochens verdampften in 35 Minuten . .	4 hl
Die Temperatur der Maische im Bottich stieg durch die Lautermaische auf	75°
Nach dem Läuterbottich wurden übergepumpt	112 hl
Zeitverbrauch	4¾ Stunden

Würzekochen.

Aus dem Läuterbottich sind Vorderwürze und Nachguss zusammen an Würze gewonnen	152 hl
Die Durchschnittstemperatur am Einlauf betrug . . .	72,5°
Gekocht ist die Würze	2½ Stunden
Ausgeschlagen sind	140 hl
Eingedampft sind	12 hl
Saccharometer-Anzeige	12 % B.
Gesammtdauer der Arbeiten im Sudhause	12¼ Stunden
Ausbeute von Malz	65,19 % B.

Treber.

Die beim Läutern zurückbleibenden Treber bieten ein vorzügliches Futtermittel, das entweder direkt verfüttert wird oder durch Einstampfen in Gruben, besser noch durch Trocknen konservirt wird.

Die Verwendung der nassen Treber wird stets eine auf die Nachbarschaft der Brauereien beschränkte bleiben müssen, weil der hohe Wassergehalt der Biertreber (ca. 75%) die Transportfähigkeit sehr erschwert; mehr aber noch in Folge der sehr geringen Haltbarkeit,

die eine sofortige Verwendung der Treber nöthig macht. Dieselben gehen in sehr kurzer Zeit, im Sommer schon nach wenigen Stunden, in Gährung über und es tritt schnell Schimmelbildung sowie völliges Verderben der Masse ein. Diesem Uebelstand wird durch das umständliche Einsauern in Gruben nur theilweise vorgebeugt, da erfahrungsgemäss durch diesen Prozess ein Verlust an den werthvollsten Nährstoffen stattfindet, der in den meisten Fällen bis 40% beträgt.

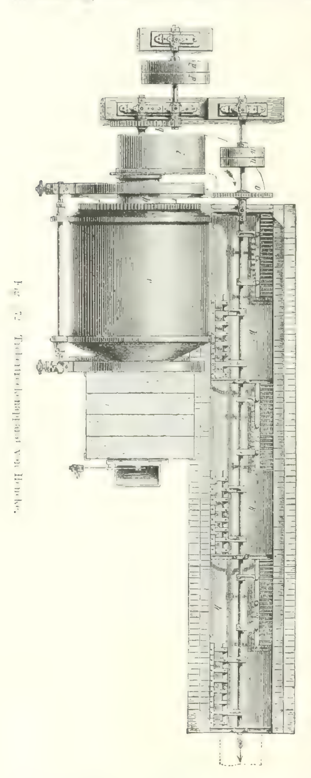


Fig. 272. Trockenapparat von Hencke.

Diejenigen Brauereien, welche ihre gesammte Treberproduktion das ganze Jahr hindurch abgeben, werden viel höhere Preise erzielen, wenn sie nur für den Winter abschliessen, für den Sommer aber die Treber trocknen und so ein Kraftfutter herstellen, das für Milch- und Mastvieh, besonders aber für Pferde von Bedeutung ist.

Sehr gute Erfolge sind mit dem Trockenapparat Patent Hencke, der von Venuleth & Ellenberger (Darmstadt) gebaut wird, erzielt worden. Derselbe ist für direkte Feuerung und für Dampfheizung eingerichtet und bewirkt die Trocknung ohne vorheriges Auspressen der werthvollen flüssigen Bestandtheile der Treber. Eine Anlage für direkte Feuerung veranschaulichen Fig. 272, 273 und 274. Es bedeuten:

a Vertheilkasten, *b* Vertheilwalze, *c* Trockencylinder, *d* Druckwalzen, *e* Lagerrollen, *f* Feuerung, *g* und *h* eiserne Cylinder, *i* Feuerkanal, *k* Nachtrockenmulde, *l* Abstreicher, *m* Wendevorrichtung, *n* Muldenvorgelege, *o* Muldenantrieb, *p*, *q*, *r* Trommelantrieb, *s* Antrieb der Druckwalzen, *t* Schieblager der Druckwalzen.

Die Treber werden in den Trichter des Vertheilkastens *a* geschüttet, von diesem mechanisch dem Trockencylinder *c* in dünner gleichmässiger Schicht zugeführt, von den Druckwalzen *d* auf den polirten und von innen geheizten Cylin-

der *c* gedrückt und nach Rotation des letzteren von den Abstreichern *l* wieder heruntergestrichen. Die Treber fallen alsdann in die durch die abgehenden Heizgase geheizte Mulde *k*, werden hier unter Zuhülfenahme geeigneter Wendevorrichtung *m* vollständig fertig getrocknet und gelangen am Ende der Mulde als fertige

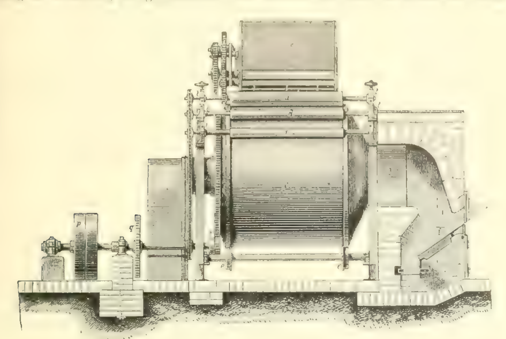


Fig. 273. Trebertrockenapparat von Hencke.

lufttrockene Verkaufswaare heraus. Der eiserne Cylinder *g* leitet die Heizgase von der Feuerung *f* nach dem Trockencylinder *c*; der Feuerkanal *h* und *i* vom Trockencylinder *c* unter die Mulde *k*. Nachdem die Feuergase die Mulde umspielt, werden solche — vollständig ausgenutzt — durch einen gemauerten Feuerkanal nach dem

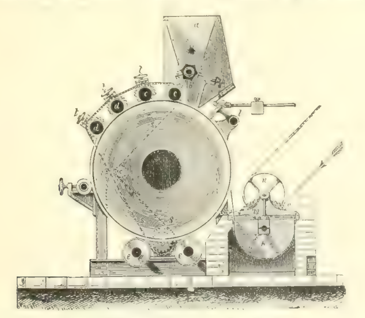


Fig. 274. Trebertrockenapparat von Hencke.

Schornstein geführt. Der Apparat wird durch zwei Riemen von einer Transmission auf die beiden Vorgelege *n* und *p* in Betrieb gesetzt.

Analysen von Stein zeigten folgende Zusammensetzung der nassen und getrockneten Treber:

	Nasse Treber	Getrocknete Treber
Proteïnstoffe	6,20 %	21,28 %
Rohfett	1,90	6,38
Stickstofffreie Extraktstoffe	11,13	35,86
Asche	4,84	14,60
Rohfaser	0,88	3,12
Wasser	75,05	18,76
	100,00	100,00

Zusammensetzung in der Trockensubstanz:

Proteïnstoffe	24,81 %	26,19 %
Rohfett	7,61	7,85
Stickstofffreie Extraktstoffe	44,61	44,15
Asche	19,41	17,97
Rohfaser	3,56	3,84
	100,00	100,00

Kochen der Würze mit Hopfen.

Beim Kochen der Würze mit Hopfen werden Hopfenöl und Hopfenharz extrahirt, welche dem Bier das beliebte Aroma verschaffen. Hopfenharz, das in die Würze übergeht, verhütet die Entwickelung zahlreicher Mikroorganismen, die in ungehopfter Würze sich entwickeln können. Die Fällung von Eiweissstoffen durch Hopfengerbsäure ist nur eine untergeordnete, die Hauptmenge derselben wird durch das Kochen der Würze koagulirt, wobei zugleich die Konzentration der Würze gesteigert wird.

Die Menge des Hopfens auf 100 kg Malz beträgt bei

Winter- und Schänkbier (11 bis 12 % B.)	0,7 bis 1 kg
Lagerbier (12 bis 13 % B.)	1,2 bis 1,5
Doppelbier (14 % B.)	2
Bockbier (16 % B.)	1,2
Salvatorbier (18 bis 19 % B.)	1,2 bis 1,5

Auf 1 hl Würze verwendet man in Wiener Brauereien bei

Abzugbier (10 % B.)	0,15 bis 0,25 kg Hopfen
Lagerbier (13 % B.)	0,35 bis 0,45
Märzenbier (14 bis 15 % B.)	0,55 bis 0,65

Die Dauer des Kochens hängt von der Konzentration der Würze ab. Zur Bereitung von gleich starkem Bier müssen die verdünnteren Infusionswürzen länger als die konzentrirten Dekoktionswürzen gekocht werden. Im Durchschnitt beträgt die Kochdauer für erstere ca. 4 bis 8 Stunden, für letztere 1½ bis 2 Stunden.

Eine fertig gekochte Würze soll einen schönen Bruch zeigen, d. h. das Eiweiss soll sich gut absetzen und die Würze klar und glänzend sein. Zur Entfernung des ausgekochten Hopfens und des abgeschiedenen Eiweisses dient der Hopfenseiher. Der Hopfenrückstand wird mit heissem Wasser ausgelaugt und dann gepresst.

Kühlung der Würze.

Die Temperatur der heissen Würze muss auf 5 bis 6° resp. 12 bis 20° gebracht werden, je nachdem später Unter- resp. Obergährung stattfinden soll.

In den meisten Fällen verwendet man zur Kühlung Kühlschiffe, d. s. flache Gefässe aus Eisenblech, seltener aus Kupfer, welche an luftigen Orten aufgestellt werden. Horizontale Windflügel, deren Achse durch das Kühlschiff hindurchgeht, beschleunigen die Verdunstung resp. die Abkühlung. Länger als 8 Stunden soll die Würze nicht auf dem Kühlschiff lagern.

Ein gutes Kühlschiff muss ganz glatt, ohne Erhöhungen oder Vertiefungen aufzuweisen, sich ausbreiten und dabei die nöthige Stabilität

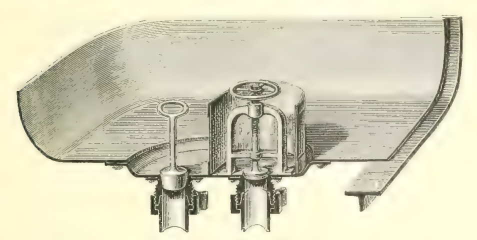


Fig. 275. Kühlschiff nach Neubecker.

gegen äussere Eindrücke besitzen. Die Ecken sollen abgerundet sein. Die Verbindung der einzelnen Tafeln geschieht durch versenkte Nieten auf T-Eisen.

Am Auslauf des Schiffes bringt man eine schüsselartige Vertiefung (s. Fig. 275) an, in der sich das Bierablassventil und das Schmutzwasserventil befinden. Ersteres ist durch Schraube verstellbar und zum Abhalten des Kühlgelägers mit einem Seiher von sehr fein gelochtem Kupferblech umgeben, letzteres ist einfach in seinen Sitz eingeschliffen und wird beim Oeffnen herausgehoben.

Das Kühlgeläger (die aus dem Hopfenseiher mitgerissenen Eiweissstoffe, Hopfentheile etc.) setzen sich als schmierige Masse auf dem Kühlschiff ab und werden von ihrem Gehalt an Würze in Filtrirsäcken (Trubsäcke) befreit. Einen entsprechenden Apparat, von der Germania (Chemnitz) gebaut, zeigt Fig. 276. Auf der oberen Mulde sitzen 6 Hähne, an welchen die Tropfsäcke durch Klemmringe befestigt werden. In der unteren Mulde sammelt sich die Würze an. Als Bierstein setzt sich eine firnissartige, braune oder graue Kruste auf dem Kühlschiffe ab, die ganz dicht anliegt und bei Anwendung eiserner Schiffe erwünscht ist, da die Würze vor der Berührung mit dem Eisen geschützt ist, welches sie dunkel färben würde.

Zur schnellen Kühlung in der warmen Jahreszeit sind besondere

Kühlapparate anzuwenden. Sehr gut haben sich die Berieselungskühler bewährt, bei denen die Würze aussen über horizontale Röhren geleitet wird, die von Kühlwasser durchflossen werden. Einen bewährten Apparat der Germania (Chemnitz) zeigt Fig. 277. Die Würze tritt bei *A* ein, vertheilt sich auf Fläche *C*, rieselt über den gewellten Vertheilungscylinder *D* und gelangt dann in die Mulde *K*, von wo sie in den Gährkeller geleitet wird.

In ca. 1 Stunde wird Würze von 75 bis 90° auf 0,5 bis 1° über

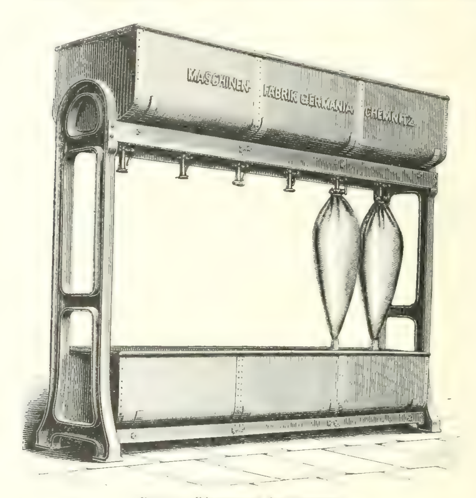


Fig. 276. Filterapparat der Germania.

die Temperatur des abkühlenden Eiswassers gebracht. Der Apparat wird für eine Leistungsfähigkeit bis zu 40 hl per Stunde ausgeführt. Aehnliche Konstruktionen kühlen noch erheblich grössere Mengen Würze.

Schon seit mehreren Jahren ist man bestrebt, die fertig gekochte Würze vom Braukessel aus bis in den Gährbottich hinein nur mit reiner Luft in Berührung zu bringen, um sie vor wilder Hefe, Spaltpilzen etc. zu bewahren. Insbesondere hat man die Anwendung des Kühlschiffes zu umgehen gesucht, da dieses als sehr gefährlicher Infektionsherd erkannt worden ist; Gewitterschwüle, geringe Feuchtigkeit u. A. fördern die Infektion, welche die Würze nachtheilig beeinflusst und die Herstellung eines gesunden, haltbaren Bieres unmög-

lich macht. Während kleine Brauereien, die im Sommer keine Würze kühlen, das Kühlschiff wohl ohne Schaden beibehalten werden, dürften für grössere und mittlere Brauereien jene Apparate, welche die Würze nur mit reiner Luft in Berührung kommen lassen, das Kühlschiff verdrängen.

Fig. 278 zeigt eine Anlage zum Kochen, Sterilisiren und Kühlen der Bierwürze nach dem Patent Hoffmann-Ebert.

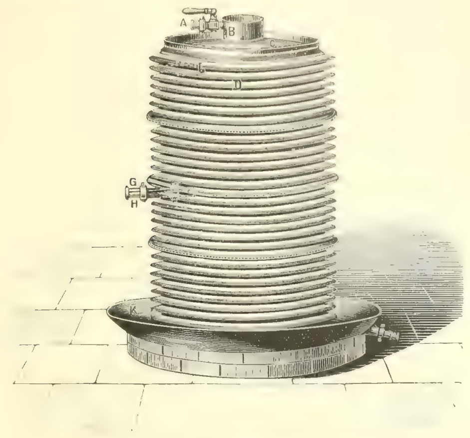


Fig. 277. Berieselungskühler.

Die Apparate werden von der Maschinenfabrik Germania (Chemnitz) gebaut und zeigen folgende Einrichtung:

Die fertig gekochte Würze wird mit dem Hopfen durch *a* in den Sterilisirapparat *b* (ein luftdicht verschliessbares Gefäss) geleitet oder auch in demselben fertig gekocht; sterilisirte Luft wird durch *c* eingeblasen und die Ausdünstung durch den Dunstschlot *d* regulirt. Durch die auf dem Seihboden *e* und *f* abgesetzte Hopfenschicht wird die Würze heiss filtrirt, dann durch geeignete Heber-Abläuterungsvorrichtung *g* aus dem Apparat gezogen und sofort über den durch *F* luftabschliessend ummantelten Kühlapparat *h* gelassen. Die Würze kommt nur mit sterilisirter Luft in Berührung, verlässt den Apparat *G* trubfrei, möglichst heiss und sonach auch keimfrei, läuft, mit genau regulirbarer Menge sterilisirter Luft in Berührung gebracht, über den Kühlapparat *h* und bleibt sonach auch während des ganzen Kühlprozesses keimfrei, ohne Mangel an der zur Gährung erforderlichen Luft

zu leiden. Die Würze bleibt während des Abkühlens klar und durchsichtig, eine Erscheinung, die verhältnissmässig selten eintritt[1]).

Weil nun die Bierwürze während des ganzen Prozesses immer mit demselben Quantum reiner Luft von gleicher Beschaffenheit und gleicher Temperatur in Berührung kommt, so muss unbedingt, bei sonst geordnetem Brauprozess, ein sehr gleichmässiges Bier resultiren, zumal man auch den Vergährungsgrad durch vermehrte bez. verminderte Luftzuführung in der Gewalt hat.

Der Apparat *b*, wie die Ummantelung *k* des Kühlapparates *h*, also auch der letztere selbst, werden vor dem Gebrauch durch Einlassen

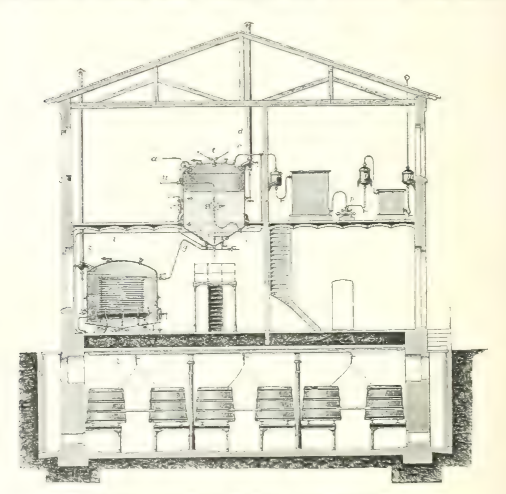


Fig. 278. Anlage zum Kochen, Sterilisiren und Kühlen der Bierwürze.

von heissem Dampf bis zu 120° sterilisirt. Die Hilfsapparate *m*, *n*, *o*, *p*, *q* und *r* dienen zur Herstellung und Zufuhr keimfreier Luft; *i* ist der Luftzug nach dem Kühlapparat; die Luft tritt bei *k k* aus. Durch Rohr *l* wird die Würze nach den Gährbottichen geleitet. Sämmtliche Apparate sind möglichst vereinfacht, überaus leicht übersichtlich und mit Einrichtungen zum Messen der Temperaturen, des Druckes etc. versehen.

Die Kühlschiffe und Trubsäcke, sowie die Hopfenseiher werden

[1]) In Folge Infektion mit Bakterien finden meist Trübungen statt.

durch diese Anlage vollständig entbehrlich und werden solche Gebäude und grosse Räume, wie sie die Kühlschiffe beanspruchen, gespart. Die Kühlapparate mit Ummantelungen können dagegen an jedem beliebigen Orte aufgestellt werden, und der Kühlprozess ist von allen Witterungsverhältnissen vollständig unabhängig. Dadurch ist ein gleichmässig sicherer Betrieb, sowie eine gleichmässig gute Gährung und ein gleichmässiges Fabrikat im Sommer wie im Winter gesichert. Die Einrichtung ist besonders für mittlere und grosse Brauereien geeignet.

Eigenschaften der Würze. Die Würze enthält ca. 50 bis 60 % Maltose und Isomaltose, 15 bis 25 % Dextrin, ferner Saccharose, Dextrose und Lävulose, Karamel, Gummi, Eiweissstoffe, Hopfenbestandtheile, Mineralstoffe etc.[1])

Die Konzentration der Würze wird in Graden (Prozenten) des Balling'schen Saccharimeters ausgedrückt, welche angeben, wieviel Theile Rohrzucker in 100 Thln. einer Rohrzuckerlösung von 17,5° enthalten sind. Die Anwendung dieses Saccharimeters ist deshalb richtig, weil die Trockensubstanz der Würze deren spezifisches Gewicht annähernd in gleicher Weise beeinflusst, wie der Zucker das spezifische Gewicht der Zuckerlösung.

Der Trockensubstanz- oder Extraktgehalt beträgt durchschnittlich bei:

Leichten Abzugsbieren	9 bis 10 % B.
Schänk-, Winterbieren	12 bis 13
Lager-, Sommerbieren	13 bis 14.5
Bock-, Salvator-, Doppelbieren	15 bis 20
Tafelbieren	25

Die Ausbeute aus dem Malz wird durch den Gehalt an Trockensubstanz (Extrakt) in der Würze gemessen. Während man aus gutem Malz bis zu 70 % Ausbeute erhalten kann, erhält man in manchen unrationell arbeitenden Landbrauereien nur 45 %.

Zur Kontrole des Betriebes ist es unbedingt erforderlich, den Extraktgehalt in der Würze zu bestimmen.

Wenn die Saccharimeteranzeige der Würze e, das zugehörige spezifische Gewicht S ist, so ergibt sich der Extraktgehalt E (als Kilogramm) in 1 l Würze aus folgender Proportion:

$$\frac{100 \text{ (g Würze)}}{e \text{ (g Extrakt)}} = \frac{S}{E}$$

$$E = \frac{e\,S}{100}.$$

Wenn nun aus A Kilogramm Malz B Liter Würze erhalten sind, so ist die Ausbeute aus 100 Thln. Malz

---

[1]) Nach den Untersuchungen der Berliner Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei enthält eine normale Bierwürze:

a) Rohrzucker, mit allen Hefen vergährbar, mit Ausnahme von Saccharomyces apiculatus.
b) Dextrose, die Bestandtheile des aus Rohrzucker gebildeten Invertzuckers, mit allen Hefen vergährbar.
c) Lävulose, die Bestandtheile des aus Rohrzucker gebildeten Invertzuckers, mit allen Hefen vergährbar.
d) Maltose, mit allen Hefen vergährbar, mit Ausnahme von Saccharomyces apiculatus.
e) Maltodextrin I, von den meisten Hefen vergährbar, mit Ausnahme z. B. von Hefe Saaz.
f) Maltodextrin II, von normalen Hefen nicht vergährbar.
g) Dextrin, nicht vergährbar.

Hiervon vergähren unter normalen Verhältnissen in der Hauptgährung: Rohrzucker, Dextrose, Lävulose, Maltose; in der Nachgährung im Lagerkeller: Maltodextrin I (Wochenschrift für Brauerei **1893**. 429).

$$\frac{B \,.\, E \,.\, 100}{A} = \alpha,$$

d. h. die Extraktausbeute beträgt α Prozente.

Wenn das Malz nicht gewogen, sondern gemessen wird, wie z. B. in Bayern, so sind entsprechende Umrechnungen vorzunehmen. Man rechnet im Durchschnitt

1 l Malz = 0,513 kg.

Wird die Saccharimeteranzeige nicht bei 17,5°, sondern in der Wärme vorgenommen, so müssen entsprechende Korrekturen stattfinden, für welche empirische Werthe festgestellt sind (vergl. Holzner, Z. f. d. ges. Brauwesen **1885**. 25).

III. Gährung.

Um die Würze in Bier zu verwandeln, wird sie der Gährung unterworfen. Der charakteristische Vorgang ist hierbei die Ueberführung des Zuckers (Maltose) in Alkohol und Kohlensäure.

Eingeleitet wird der Gährungsprozess durch Zusatz von Hefe[1]).

Je nach dem Verlauf der Gährung und der innegehaltenen Temperatur hat man Untergährung und Obergährung zu unterscheiden.

Im ersten Fall setzt sich die Hefe am Boden des Gährbottichs ab (Unterhefe). Die Würze ist auf 5 bis 10° abzukühlen. Die Gährung verläuft zwar sehr langsam, liefert aber ein sehr haltbares Bier, wie es meist in Deutschland bereitet wird.

Die Obergährung findet in kürzerer Zeit und bei höherer Temperatur (12 bis 19°) statt; die Kohlensäure treibt hierbei die Hefe an die Oberfläche in den Schaum (Oberhefe). Das erhaltene Bier ist im Allgemeinen weniger haltbar als untergähriges (Berliner Weissbier, Kehlheimer Bier etc.). Bei sorgsamem Betrieb sind aber auch sehr haltbare, extrakt- und alkoholreiche Biere zu gewinnen, wie die in England gebrauten Biere Porter und Ale beweist.

Der Gährkeller.

Derselbe wird meist in der Nähe des Kühlhauses, am zweckmässigsten unter demselben angelegt, um die gekühlte Würze direkt in die Gährbottiche leiten zu können. Der Keller soll gewölbt sein und bei einer Höhe von 4 bis 5 m mindestens 1,5 m in der Erde liegen, um von der Aussentemperatur möglichst wenig beeinflusst zu werden. Zur Entfernung der bei der Gährung entstehenden Kohlensäure[2]) sind in den Mauern Kanäle angelegt; heizbare Abzugskanäle ermöglichen auch bei Windstille ausreichende Ventilation.

Da im Gährkeller die peinlichste Sauberkeit nothwendig ist, muss vor allen Dingen für reichliche Zuleitung von Wasser und für schnelle Ableitung des schmutzigen Wassers gesorgt werden; dies wird durch leichtes Neigen des Fussbodens nach einer Rinne hin erleichtert, welche das Schmutzwasser nach aussen leitet. Der Fussboden besteht aus Asphalt, Zement oder Steinplatten, und die Wände sind mit Mörtel oder Zement verputzt, noch besser mit Emailfarbe gestrichen.

---

[1]) Nur in Belgien überlässt man die Würze der Selbstgährung.

[2]) Zur schnellen Beseitigung der in Gähr- und Lagerkellern plötzlich sich entwickelnden Kohlensäure empfiehlt Aubergier das Aussprengen von Aetzammoniak, von welchem stets einige Liter vorhanden sein sollten.

Im Gährkeller befindet sich ausser der Wasserleitung noch eine Vorrichtung zur Beförderung der Würze vom Kühlapparat in die Gährbottiche, sowie eine Bierpumpe, um das Jungbier in die Schenk- oder Lagerkeller zu schaffen; auch die Zeugwannen zur Aufbewahrung der Hefe finden hier ihren Platz, ebenso die Trubsäcke zur Filtration des Kühlgelägers.

Die Gährbottiche bestehen meist aus Eichen-, Lärchen- oder Fichtenholz; solche aus Zement, Glas, Schiefer oder Eisen kommen seltener in Anwendung. Die Bottiche werden in verschiedenen Grössen von 18 bis 40 hl Fassungsraum hergestellt. In der Wandung des Bottichs befindet sich 15 cm über dem Boden eine Oeffnung zum Ablassen des Jungbiers, welche entweder mit einem Zapfen oder mit einem Schraubenverschlussstück nebst Hahn versehen ist. Die Hefe wird durch ein Loch im Boden entfernt, das durch einen Zapfen mit längerem Stiel geschlossen ist. Vor dem ersten Gebrauch müssen die Bottiche ausgedämpft oder ausgebrüht werden; sie werden innen lackirt oder mit Paraffin getränkt.

Um den Fussboden und die Bottiche leicht reinigen zu können, werden letztere auf 0,6 m hohe gemauerte oder auf Granitpfeiler gelegt, welche durch Eisenbahnschienen verbunden sind; die Bottiche sind leicht geneigt, damit das Bier vollständig ablaufen kann. Sie werden so aufgestellt, dass zwischen zwei Reihen immer ein 2 m breiter Gang frei bleibt.

Ueber die Kühlung des Kellers s. weiter unten.

Der Lagerkeller.

Die Haupterfordernisse eines guten Lagerkellers sind reine Luft, Trockenheit und eine Temperatur von 0 bis höchstens 3°. Es gibt oberirdische und unterirdische Lagerkeller; letztere werden entweder in Felsen gehauen oder in Bergabhänge eingegraben und ausgemauert. Die Wände müssen doppelt und mit einer isolirenden Luftschicht von 10 bis 20 cm zum Schutz gegen die Erdwärme versehen sein. Ferner müssen Luftkanäle angelegt werden für die Ventilation und Auskühlung des Kellers im Winter. Die Tiefe des Kellers richtet sich nach dem mittleren Wasserstand der Brunnenquellen, des nächsten Flusses etc., und zwar soll die Kellersohle mindestens 1 m höher liegen als der höchste Grundwasserstand. Die Lagerkeller haben meist eine Höhe von 4 bis 5 m und eine Breite von 5 bis 7 m; die einzelnen Abtheilungen sind gewöhnlich nicht länger als 20 m. In Form von Schachten führen die Eingänge des Kellers senkrecht zu den Vorräumen, auf welche die einzelnen von einander unabhängigen Lagerräume münden; Doppelthüren schützen dieselben vor dem Eindringen der Aussenluft während des Transports der Bierfässer.

Oberirdische Lagerräume werden in möglichst schattiger Lage mit dem Eingang nach Norden errichtet. Vorräume und zwei bis dreifache dicke Mauern mit Isolirschichten verhindern das Eindringen der Wärme.

Die Lagerfässer bestehen aus bestem Eichenholz; ihr Rauminhalt schwankt zwischen 20 bis 80 hl. Sie werden innen mit Pech oder Harz überzogen. Im Boden des Fasses befindet sich das Zapfloch und in der Mitte einer Daube das Spundloch.

Die Fässer lagern 0,6 bis 0,9 m über dem Fussboden auf mit Zinkvitriol getränkten Holzgestellen oder noch besser auf gemauerten Pfeilern, die mit eisernen Schienen verbunden sind. Zur Erleichterung des Abfüllens und der vollständigen Trennung des Bieres vom Geläger werden die Fässer etwas nach vorn geneigt.

Man lagert die Fässer in zwei Reihen derartig über einander, dass auf zwei grossen Fässern ein kleineres liegt; die unteren werden Boden-, die oberen Sattelfässer genannt. Entweder ordnet man die Fässer in einer Abtheilung in zwei langen Reihen mit breitem Mittelgang, oder man lagert sie quer durch den Raum und lässt einen Gang an der Seite frei.

Nach Thausing wird bei kleinen Fässern und einfacher Sattelung auf 1 qm Kellerfläche 12 hl lagerndes Bier gerechnet, bei mittleren 13 hl und bei sehr grossen Fässern 14 hl.

Pichen der Fässer.

Das zum Auskleiden der porösen Fasswandungen benutzte Brauerpech wird meist durch Schmelzen von Kolophonium mit ca. 10% Harzöl oder fetten Oelen bereitet. Häufig wird es mit Ocker oder Kurkuma lichtgelb gefärbt.

Das Pichen der Lager- und Transportfässer in den Brauereien

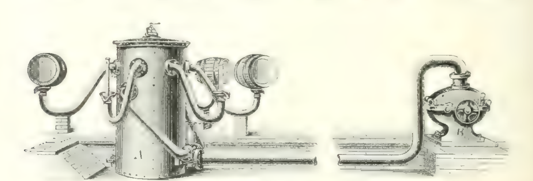


Fig. 279. Fasspichapparat der Maschinenfabrik Germania.

geschah früher fast allgemein derart, dass man die Böden der Fässer herausnahm, in letzteren geschmolzenes Pech entzündete und das Feuer unterhielt, bis das Fass genügend erwärmt war. Das geschmolzene Pech wurde gleichmässig im Fass vertheilt und dann der ebenfalls mit Pech überzogene Boden wieder eingesetzt, worauf man die Reifen antrieb, eine Arbeit, die ebenso zeitraubend, als für die betreffenden Arbeiter beschwerlich war. Das Verfahren war ausserdem insofern sehr kostspielig, als ein grosser Theil des Peches verbrannte, die Fässer dabei sehr zu leiden hatten und nur eigens damit vertraute Leute dazu verwendet werden konnten. Diesen Uebelständen ist durch die Fasspichapparate abgeholfen worden. Der in Fig. 279 abgebildete Apparat der Maschinenfabrik Germania (Chemnitz) hat sich in der Praxis gut bewährt. Das Prinzip desselben besteht darin, die in einem Koksofen *A* erzeugte heisse Luft mittelst eines Ventilators *B* durch das Spundloch in die Fässer einzublasen, nachdem das geschmolzene Pech in diese eingetragen ist.

Die Oefen haben cylindrische Form und bilden ein eisernes Ge-

häuse, welches allseitig mit Chamotte ausgekleidet ist. Die Luft tritt vom Ventilator her unten am Boden seitlich ein und oben durch die Düsen wieder aus. Dabei ist eine Einrichtung angebracht, welche eine Luftzufuhr oberhalb des glühenden Koks ermöglicht, um die Temperatur der Gase zu regeln, bezw. auch die Verbrennung zu begünstigen. Die Koksaufgabe erfolgt durch eine kleine Oeffnung im Deckel; ausserdem sind noch Thüren mit Schraubenverschluss angeordnet, welche die Zugänglichkeit zum Innern des Apparates vermitteln. Die Düsen sind **S**-förmig nach unten gezogen, damit das Fass direkt auf der Düse liegt und das geschmolzene Pech von selbst durch das Spundloch ablaufen kann. Die Apparate werden für einen Koksraum bis zu 3 hl ausgeführt und pichen dann stündlich 120 bis 200 Fässer.

Andere Pichapparate werden mit Dampf geheizt.

Mehrfach haben beim Fasspichen Explosionen stattgefunden, da die gasförmigen Zersetzungsprodukte des Pechs mit Luft explosive Mischungen bilden. Nach Bunte (Die Explosionsgefahr beim Fasspichen und die Mittel zu deren Verhütung. München) hat man zur Vermeidung von Explosionen u. A. folgende Regeln innezuhalten.

A. Beim Pichen mit offener Flamme (ohne besondere Apparate oder nach dem Verfahren von Jung u. A.). 1. Das Pech darf beim Eingiessen nicht überhitzt sein (ca. 250°). — 2. Es dürfen nur kleine Mengen von Pech auf einmal eingegossen werden (ca. 3 bis 4 l auf 1 Lagerfass mit 30 bis 40 hl). — 3. Das Pech muss sofort nach dem Einbringen in das Fass entzündet werden. — 4. Zum Pichen kommende Fässer müssen trocken sein. — 5. Erlischt die Flamme im Fasse vor dem vollständigen Entpichen des Fasses, so darf das Pech nicht wieder entzündet werden, bis das Fass erkaltet und gelüftet ist. — 6. Nach Beendigung des Entpichens muss das Feuer im Fasse vollständig erstickt werden, deshalb sind alle Aus- und Eingangsöffnungen dicht zu schliessen.

B. Beim Pichen mit Pichmaschinen. 1. Beim Ingangsetzen des Pichofens darf der Deckel desselben erst dann aufgesetzt werden, wenn der ganze Koksinhalt glüht und eine Flamme an der Oeffnung erscheint. — 2. Die glühende Brennschicht im Pichofen muss mindestens 50 cm hoch sein; ein Leerbrennen des Koksofens während der Arbeit darf nicht vorkommen. — 3. Wird das Gebläse stillgesetzt, so ist der Deckel des Pichofens oder ein passender Verschluss am oberen Theile des Ofens zu öffnen und erst dann zu schliessen, wenn das Gebläse wieder in Gang ist. — 4. Vor dem Entpichen darf kein heisses Pech in das Fass gebracht werden. — 5. Das Fass darf nicht eher von der Düse hinweggenommen werden, bis es fertig entpicht ist. — 6. Ein unvollständig entpichtes Fass darf erst dann wieder an die Düse gebracht werden, wenn es erkaltet und gelüftet ist. — 7. Ueber der Düse getrocknete Fässer dürfen erst entpicht werden, nachdem sie erkaltet und gelüftet sind. — 8. Beim Entpichen ohne Flamme ist jede Möglichkeit der Entzündung auszuschliessen und es darf niemals eine Flamme an der Düse erscheinen. — 9. Lagerfässer sollen nur mit Flamme oder durch überhitzte Wasserdämpfe entpicht werden.

Die Menge des verbrauchten Pechs beträgt ca. 0,3 bis 0,7 kg per 1 hl Fassinhalt.

Nachdem die Fässer gepicht sind, müssen sie noch einige Zeit

in Bewegung gehalten werden, damit das Pech vor dem völligen Erkalten nicht verlaufe. Diese Arbeit findet in den Fassrollapparaten

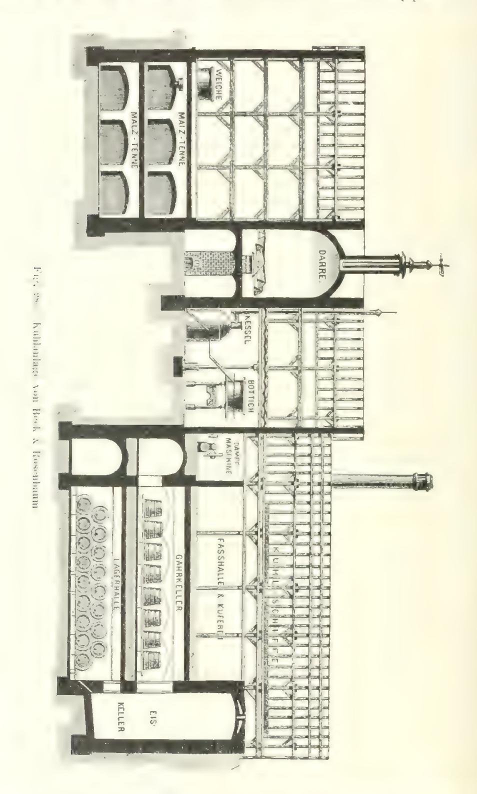


Fig. 288. Kühlanlage von Beck & Rosenbaum.

statt, in denen mehrere Fässer neben einander auf Rollen gedreht und geschwenkt werden.

Die Kühlung

findet entweder durch Benutzung von natürlichem Eis oder von Kältemaschinen statt. Insbesondere für den Grossbetrieb ist letzterem Verfahren der Vorzug einzuräumen, da die Arbeit sicherer und billiger ist.

Weiterhin ist zu unterscheiden, ob eine Kühlung des Inhalts jedes einzelnen Gährbottichs stattfindet oder ob der ganze Keller resp. die Luft desselben gekühlt wird.

a) Kühlung mit Eis. 1. Wenn viel Eis zur Verfügung steht, kühlt man den Keller derart, dass man neben ihm einen Eiskeller anbringt. Eine entsprechende Anlage nach Beck & Rosenbaum veranschaulicht Fig. 280; die allgemeine Situation des Kellers geht ebenfalls aus der Abbildung hervor.

Besser als bei der Kühlung mit Seiteneis (Stirneis) nutzt man das Eis aus, wenn man es über dem Gährkeller lagert; dieses System ist zuerst von Brainard vorgeschlagen worden.

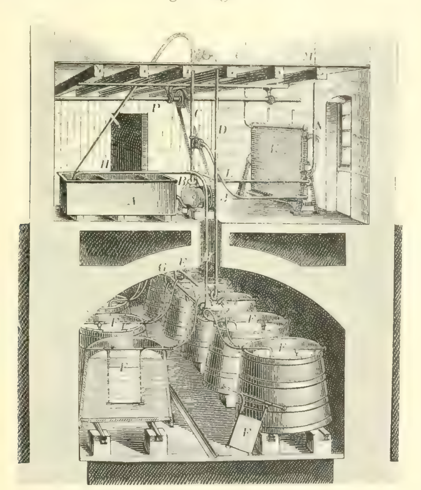


Fig. 281. Eiswasserkuhlanlage von A. Neubecker.

2. Zur Bottichkühlung mit Eis dienen die Eisschwimmer, das sind cylindrische oder besser konische Gefässe, die mit Eis resp. Eiswasser gefüllt sind und auf der Würze schwimmen.

Vortheilhafter ist es, besondere Kühler in die Bottiche einzuhängen, die von Eiswasser durchflossen werden. Hierdurch wird der

Betrieb billiger, sauberer und ist leicht regulirbar. Eine solche Eiswasserkühlanlage von A. Neubecker (Offenbach) ist in Fig. 281 abgebildet. Es bedeutet:

A Eiswasserkasten, *B* Eiswasserpumpe, *C* Steigrohr zur Erzeugung eines natürlichen Druckes, *D* Abzweigung von *C* nach dem Gährkeller, *E* Zuflussrohr des Eiswassers im Gährkeller, *F* Gährbottichkühler, *G* Ableitung des erwärmten Eiswassers, *H* Rückleitung nach dem Eiskasten, *J* Abzweigung von *C* nach *K*, dem Würzekühlapparat, *L* Rückleitung des Eiswassers aus *K*, *M* Brunnenwasserleitung nach *K*, *N* Abfluss des erwärmten Brunnenwassers, *O* Bierzufluss.

b) Kältemaschinen. Von den zur Kälteerzeugung dienenden Maschinen kommen wesentlich solche zum Betrieb mit Ammoniak, Kohlensäure und Schwefliger Säure in Betracht.

Die Abkühlung kommt dadurch zu Stande, dass die genannten verflüssigten Körper zur Verdunstung gebracht werden: die Kälte wird auf Salzlösungen übertragen, welche im Gährkeller, resp. in den Bottichen zirkuliren. Dis Gase werden bei gleichzeitiger Kühlung komprimirt resp. verflüssigt und können dann von Neuem benutzt werden. (Vergl. Bd. I dieses Handbuches.)

Dem entsprechend besteht beispielsweise die Kohlensäurekältemaschine aus:

Dem Refrigerator, d. i. der eigentliche Kälteerzeuger, der eiserne Röhrschlangen enthält, in welche die flüssige Kohlensäure eintritt und verdampft. Das Salzwasser, welches die Röhren umspült, wird hierbei auf ca. — 35 ° abgekühlt.

Der Kompressor saugt das gebildete Kohlensäuregas fort und presst es in das gekühlte Schlangensystem des

Kondensators, wo wieder Verflüssigung der Kohlensäure stattfindet.

Von dem Kondensator fliesst die Kohlensäure von Neuem in den Refrigerator. Ein Regulirventil ermöglicht es, den Querschnitt des die Flüssigkeit führenden Rohres so zu regeln, dass genau dieselbe Menge bezw. dasselbe Gewicht an flüssiger Kohlensäure, welches jeder Kolbenhub des Kompressors dem Refrigerator in Form von Gas entzieht, demselben durch das Regulirventil vom Kondensator aus wieder zugeführt wird. Zwei Manometer, welche unmittelbar über dem Regulirventil sitzen und von denen das eine mit dem Kondensator, das andere mit dem Refrigerator in direkter Verbindung steht, erlauben eine fortgesetzte Beobachtung des Drucks in beiden Apparaten.

Der Kreislauf ist auf diese Weise vollkommen geschlossen; dieselbe Menge flüssiger Kohlensäure wiederholt ihn unzählige Male.

Die Kühlanlage mittelst einer Kohlensäurekältemaschine nach Vaas & Littmann (Halle a. S.) veranschaulicht Fig. 282. Hier ist: *A* Kompressor, *B* Kondensator, *C* Refrigerator, *D* Süsswasserkühler, *E* Reservoir für gekühltes Süsswasser, *F* Reservoir für benutztes Süsswasser, *G* Gährbottich mit Taschenkühler, *H* Gährbottich mit Schlangenkühler, *K* Rotirende Chlorcalciumpumpe, *L* Chlorcalciumpumpe für den Süsswasserkühler, *M* Süsswasserpumpe, *N* Kühlschiff, *O* Bierkühler.

Der Betrieb ist folgender: Die im Refrigerator *C* gekühlte Chlorcalciumlösung fliesst durch das Rohr *1* und die Rohrleitung in die Gähr- und Lagerkeller und kühlt dieselben ab, wird alsdann durch die Chlor-

calciumpumpe *K* in dem Rohr *2* angesaugt und wieder nach dem Refrigerator *C* zurückbefördert. Die Pumpe *L* saugt nun ebenfalls gekühlte Chlorcalciumlösung durch das Rohr *3* an und drückt dieselbe durch ein Schlangenrohrsystem in den Süsswasserkühler *D* und das Rohr *4* wieder nach dem Refrigerator *C* zurück; das hierdurch abgekühlte Süsswasser hebt die Süsswasserpumpe *M* durch Rohr *5* und *6* nach dem Reservoir *E*, von wo es durch das Rohr *7* nach dem

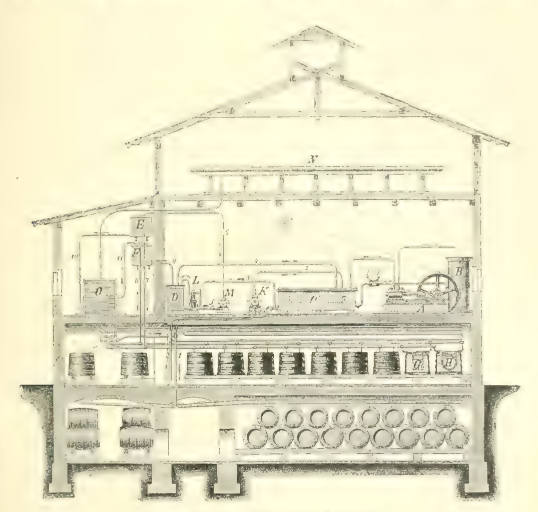


Fig. 282. Kühlanlage nach Vaas & Littmann

Gährkeller läuft und hier die Gährbottiche entweder durch Taschenkühler *G* oder Schlangenkühler *H* passirt. Das durch Rohr *8* nach dem Reservoir *F* zurückgeflossene Süsswasser gelangt durch Rohr *9* wieder nach dem Süsswasserkühler *D* zurück und wird dort wieder abgekühlt, um alsdann seinen Weg von Neuem zu beginnen. Endlich benutzt man das im Süsswasserkühler befindliche Kühlwasser, um dasselbe durch Rohr *10* nach dem Bierkühler *O* zu leiten und die vom Kühlschiff *N* kommende Würze abzukühlen; durch das Rohr *11* bezw. *9* fliesst es von hier wieder nach dem Kühler *D* zurück.

Ueber die Leistungen der Maschine werden seitens der genannten Firma folgende Angaben gemacht:

Leistungen der Kohlensäurekältemaschinen, Dampfmaschinen und Nebenapparate.

Modell	1	2	2a	3	3a	4	4a	5	5a	6	6a	7
Kälteproduktion stündlich in Kalorien:												
Bei Süsswasser zwischen + 15 bis + 1°	3 500	7 000	10 500	14 000	24 500	35 000	52 500	70 000	105 000	140 000	210 000	280 000
Bei Salzwasser zwischen — 2 bis — 5°	2 500	5 000	7 500	10 000	17 500	25 000	37 500	50 000	75 000	100 000	150 000	200 000
Eisproduktion pro Stunde in Kilogramm	25	50	75	100	175	250	375	500	750	1 000	1 500	2 000
Eisersatz pro Tag in Zentnern à 50 kg	20	40	60	80	140	200	300	400	600	800	1 200	1 600
Kühlt an Kellerbodenfläche in Brauereien bei gut isolirten trockenen Kellern von ca. 4,5 m Höhe in Quadratmeter	65	135	200	280	490	700	1 100	1 500	2 300	3 200	4 800	6 500
Erforderliches Kühlwasser von + 10° pro Stunde in Hektoliter[1]:												
Bei Süsswasserkühlung von + 15 bis 1°	3,5	9	13,5	18	32	45	68	90	135	180	270	360
Bei Salzwasserkühlung zwischen — 2 bis — 5°	3	6	9	12	21	30	45	60	90	120	180	240
Kraftverbrauch in Pferdestärken excl. der Pumpen[1]:												
Für die Kühlmaschine	1,5	2,5	3,5	4	6	8	12	15	20	30	45	60
Für die Eismaschine	2	3	4	5	8	10	14	18	25	35	50	70

[1]) Die Kühlwassermenge und der Kraftverbrauch beziehen sich auf eine Kühlwassertemperatur von + 10°. Bei wärmerem Kühlwasser erhöht sich beides für je 2° um 5 %.

IV. Hefe.

Die in der Brauerei angewendete Hefe soll rein, d. i. frei von Bakterien und wilder Hefe sein.

Seitdem durch die grundlegenden Arbeiten Hansen's (Untersuchungen aus der Praxis der Gährungsindustrie. München 1888 bis 1893; vergl. Jörgensen, Die Mikroorganismen in der Gährungsindustrie. Berlin 1893) erwiesen ist, dass sich unter dem Namen Saccharomyces cerevisiae eine Reihe Arten oder Varietäten von durchaus verschiedenen Eigenschaften birgt, hat man mit dem besten Erfolg für den praktischen Betrieb begonnen, mit nur einer bestimmten Ober- oder Unterhefeart zu vergähren. Die Auswahl dieser bestimmten Art, von welcher u. A. der Vergährungsgrad des Bieres (s. S. 700) wesentlich beeinflusst wird, hängt ganz von den Ansprüchen an das Bier ab, und keineswegs passt irgend eine Hefeart für jede Brauerei. Hat sich eine nicht völlig reine, sondern mit geringen Mengen anderer Arten gemischte Hefe im praktischen Betrieb brauchbar erwiesen, so empfiehlt es sich, eine Reinzucht dieser in grösster Menge vorhandenen Hefeart vorzunehmen und diese zu verwenden.

In dieser Art verfahren jetzt zahlreiche grosse Brauereien und produziren ein reiner und besser schmeckendes Bier als vorher; ausserdem ist der auf wissenschaftlicher Grundlage, nicht auf Herumexperimentiren basirte Betrieb ein sicherer und die Krankheiten des Bieres werden verhütet. Auch die Klärung findet schneller statt, und das Bier ist haltbarer.

Um aus einer Hefezelle grössere Mengen reiner Hefe zu züchten, verfährt man wie nachstehend kurz skizzirt wird. Man mischt etwas junge und kräftige Hefe mit so viel sterilisirtem Wasser, dass eine leicht getrübte Flüssigkeit entsteht. Einen Tropfen dieser Flüssigkeit vertheilt man gut in verflüssigte Würzegelatine, d. i. eine auf 35° erwärmte gehopfte Bierwürze, die mit 5% Gelatine versetzt ist, damit sie bei gewöhnlicher Temperatur erstarrt; hierdurch erreicht man, dass die Zellen auf bestimmte Stellen fixirt werden. Einen Tropfen der mit Hefezellen infizirten Würzegelatine breitet man auf einem Deckglase (*a* in Fig. 283) in dünner Schicht aus und legt dasselbe nach dem Festwerden der Schicht mit dieser nach abwärts (*b*) auf einen 8 mm hohen Glasring (*c*), der auf einem Objektträger festgekittet ist. In den Raum innerhalb des Ringes bringt man einen Tropfen sterilisirten Wassers (*d*) und dichtet Ring und Deckglas mit Vaselin ab. Dieses kleine System (feuchte Kammer) bringt man unter das Mikroskop, um die in der Gelatineschicht einzeln liegenden Hefezellen zu markiren [1], so dass sie leicht wieder aufzufinden sind.

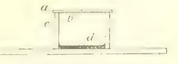


Fig. 283. Feuchte Kammer.

Bei Zimmertemperatur entwickeln sich in 2 bis 3 Tagen Kolonien, welche mit blossem Auge als graue Flecken sichtbar sind. Mit Hülfe eines sterilisirten Platindrahtes überträgt man hierauf eine geringe Menge einer Kolonie in sterilisirte Bierwürze [2], welche sich in einem

[1] Hierzu dienen beispielsweise Quadrate, die im Objektträger eingeritzt sind.

[2] Das Sterilisiren erfolgt durch Kochen der Würze.

Pasteur'schen Kolben (Fig. 284) von ca. 120 ccm Inhalt befindet; man lüftet zu dem Ende den Kautschukverband bei *a* und wirft den Draht hinein. Die Luft tritt bei *c*, durch ein Asbestfilter filtrirt, ein, wodurch Bakterien etc. ferngehalten werden. Für die Reinkultur einer einzigen Art werden 4 bis 5 Kolben angewendet. In der Würze bildet die Hefe schon nach wenigen Tagen einen reichlichen Bodensatz.

Aus dem kleinen Pasteur'schen Kolben führt man die Hefe, nachdem man die Art derselben durch die oben (Spiritus, S. 492) skizzirte physiologische Analyse bestimmt und ihre Brauchbarkeit erkannt hat, in ähnliche Kolben, die 1 l Würze halten, dann in kupferne Gefässe von ähnlicher Einrichtung, Karlsberger Kolben[1]), Fig. 285. Dieselben sind mit drei Rohransätzen *a*, *b*, *c* versehen; *a* und *b* werden durch Kautschukröhren mit Glasstäbchen verschlossen, *b* ausserdem noch durch einen Quetschhahn. Der dritte Ansatz besteht aus zwei Röhren, die bei *c* durch einen Kautschukschlauch verbunden sind; bei *d* ist ein Baumwolle- oder Asbestfilter angebracht.



Fig. 284. Pasteur'scher Kolben.

Um die Würze zu sterilisiren, arbeitet man folgendermassen: Das sorgfältig gereinigte Gefäss wird mit ca. 5 l Wasser gefüllt, welche, während *a* und *c* offen stehen, 1 Stunde lang gekocht werden. Hierauf verschliesst man *a* mit einem durch Erhitzen sterilisirten Glasstab und kocht noch 1/4 Stunde, wobei die Dämpfe durch *c* streichen. Das Wasser wird bis auf ca. 1/2 l durch *b* entfernt und durch 7 l Würze ersetzt, die, wie vorher das Wasser, gekocht werden: Man lässt dann durch *b* 100 ccm Würze ab, erhitzt hierbei *c* und setzt bei *d* das Luftfilter auf, hierauf lässt man die Würze sich abkühlen.

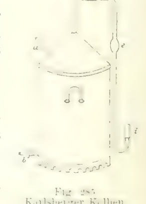


Fig. 285. Karlsberger Kolben.

Zur Infektion giesst man aus den Pasteur'schen Kolben die Hauptmenge der Würze ab, rührt mit dem Rest die Hefe auf und giesst sie in die Karlsberger Kolben. Nach ca. 4 Tagen hat sich die Hefe hinlänglich vermehrt. Beim Arbeiten mit 4 Glas- und 4 Kupferkolben erhält man Hefe für ca. 1 hl Bier.

Die weitere Vermehrung der Hefe lässt man im Gährkeller in einem kleinen, sorgsam rein gehaltenen Bottich stattfinden.

Da jedoch naturgemäss die in den Betrieb gebrachte Reinhefe (Kulturhefe) allmählich wieder durch wilde Hefe verunreinigt wird (vergl. oben die Kühl- und Sterilisiranlage S. 662), so müsste man die umständliche Reinzucht mehrfach wiederholen. Statt dessen sind (zuerst von Hansen und Kühle) Reinzuchtapparate zur kontinuir-

[1]) Im Karlsberger Laboratorium nahe Kopenhagen hat Hansen seine klassischen Untersuchungen ausgeführt.

lichen Massenproduktion völlig reiner Hefe im Gährkeller selbst konstruirt worden. Ein einfacher Apparat, der von P. Lindner für kleinere Betriebe angegeben ist und von der Versuchs- und Lehranstalt für Brauerei (Berlin) zu beziehen ist, wird durch Fig. 286 veranschaulicht. Der Apparat besteht aus dem cylindrischen Gefäss *A* und dem Kolben *B*; hierzu tritt noch die Wasserstrahlluftpumpe *D* und das doppelhalsige Gefäss *C*. In *A* werden ca. 50 bis 60 l Würze sterilisirt und nachher durch die in *B* vorräthig gehaltene Reinhefe

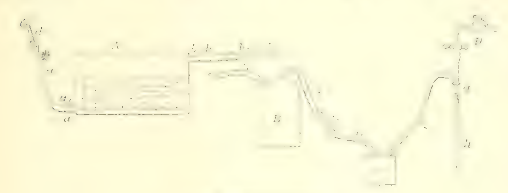


Fig. 286. Reinzuchtapparat.

zur Gährung gebracht. Durch die Verbindung von *A* mit *B* und von *B* mit *C* und *D* wird ein Durchlüften der Würze in *A* ermöglicht.

Um die in die Würze nach dem Sterilisiren einzublasende Luft keimfrei zu erhalten, verwendet man die dem Apparat beigegebenen Wattefilter. Dieselben sind im Ofen bei einer Temperatur von 150 bis 187,5° während 2 Stunden sterilisirt worden. Sobald die Watte einen gelblichbraunen Anflug bekommen hat, ist man sicher, dass alle an ihr haftenden Keime getödtet worden sind. Die Watte darf nicht zu fest, aber auch nicht zu locker gestopft sein. Die beiden Enden des Filters sind mit besonderen kleinen Wattepfropfen versehen, die vor dem Einführen des ersteren in den Gummischlauch herausgenommen werden.

Bei der Inbetriebsetzung des Apparates ist im Einzelnen folgendermassen zu verfahren: 1. Der vor der Benutzung gründlich gereinigte Cylinder *A* wird bei dem Einfüllen der Würze in eine derartige Lage gebracht, dass der Stutzen *b* sich unten und *a* oben befindet; auf *b* wird ein langer Gummischlauch befestigt, der bis in das höher gelegene Gefäss reicht, von welchem die Würze abgefüllt werden soll. Ist zu viel Würze in den Cylinder gelaufen, so kann man durch geringe Drehung desselben den Stutzen *a* unter das Niveau des Würzespiegels bringen und die überschüssige Würze ablaufen lassen. Zweckmässig ist, gleich von vornherein sich diejenige Lage des Stutzens auszuprobiren, welche der Füllung von 55 l gerade entspricht; ein Zuviel an Würze macht sich dann durch Auslaufen aus *a* bemerkbar. Den langen Gummischlauch verschliesse man jetzt mit einem Quetschhahn.

2. Die nun folgende Sterilisation der Würze wird durch ein kürzeres Aufkochen bewirkt. Vor Beginn der Dampfentwickelung wird *A* so gerollt, dass *a* in der obersten Lage sich befindet; weiterhin wird

das Durchlüftungsrohr c eingeführt und durch den kurzen Gummischlauch a_1 an dem Stutzen a befestigt. An dem äusseren Ende von c wird der Schlauch a_2 befestigt. a_2 wird nach 10 Minuten langem Durchströmen von Dampf mit dem Filter d versehen, nachdem dieses soeben mit dem schmäleren Ende in die Flamme gehalten und des kleinen brennenden Wattepfropfens entledigt worden. In dem Moment, wo das Filter eingeführt wird, quetscht man mit den Fingern, später mit einem Quetschhahn a_2 zu und zieht die Brenner oder sonstige Heizvorrichtung unter A weg. Würde man damit unnöthig lange warten, so würde das Filter vom Dampf ganz feucht werden und nachher schlecht funktioniren. — Hierauf ist der Cylinder so zu rollen, dass a die unterste, b die oberste Stellung erhält. Der lange Gummischlauch, der bisher an b befestigt und mit einem Pfropfen oder durch einen Knoten verschlossen war, wird abgenommen und durch den kürzeren weiten Gummischlauch b_1, das Glasrohr b_2 und den engeren Gummischlauch b_3 ersetzt. Man lässt nun von Neuem kochen und den Dampf während 10 Minuten aus b_3 strömen; dann verschliesst man mit einem Metallstöpsel, den man eben in der Flamme erhitzt hat.

Jetzt sind die Würze, sowie die an dem Cylinder angebrachten Schläuche sterilisirt. Würde man den Cylinder so sich selbst überlassen, so würden wahrscheinlich nach einiger Zeit die Wände des Apparates von dem äusseren Luftdruck eingedrückt werden. Es ist also nöthig, sogleich nach dem Verschliessen von b_3 und nach der Wegnahme der Flammen unter A, durch Aufrichten des Schlauches a_2 und durch Oeffnen des Quetschhahnes der äusseren Luft den Eintritt durch das Filter in das Lüftungsrohr zu gestatten. Indem der über dem Würzespiegel befindliche Wasserdampf bei der allmählichen Abkühlung sich verflüssigt hat, ist ein luftleerer bezw. nach Eintritt der ersten Luftblasen ein luftverdünnter Raum entstanden. Das Eintreten der Luft in den Cylinder dauert so lange an, bis derselbe die Temperatur des Zimmers angenommen hat. Bei dem Aufsteigen der Luftblasen in der Würze absorbirt diese einen Theil des Sauerstoffs. Lässt man, was durchaus zu empfehlen ist, die Würze sich von selbst abkühlen, dann ist sicher auch die Sauerstoffaufnahme durch die Würze bedeutender als bei schneller Abkühlung durch Wasserüberrieselung. Bei letzerer ist besonders darauf hinzuweisen, dass Unterbrechungen bei der Berieselung namentlich anfänglich, wenn die Würze noch heiss ist, sehr leicht ein Zurücktreten der Würze in das Filter d herbeiführen können, indem die über der Würze befindliche, von dem Wasser vordem stark abgekühlte kupferne Wandung sowie die von ihr eingeschlossene Luft allmählich die Temperatur der Würze annehmen und in Folge einer Volumenvergrösserung auf die Würze drücken. Der Cylinder braucht nach der Abkühlung bis auf Zimmertemperatur nicht sogleich geimpft zu werden. Wenn die bisher gegebenen Vorschriften genau innegehalten worden sind, dann muss die Würze in demselben Wochen und Monate lang steril bleiben.

3. Die Anstellhefe befindet sich im Kolben B. Derselbe trägt 2 Stutzen, welche beide mit Gummischläuchen (e_1 und e_2) versehen sind. e_2 ist mit einem Filter, e_1 mit einem Metallstöpsel verschlossen. Die in ihm erzeugte Hefemenge, welche aus der Gährung von 5 bis 6 l Würze entstanden ist, beläuft sich auf ungefähr 50 bis 60 g in

gepresstem Zustand. Die vergohrene Würze wird vor dem Verschicken des Kolbens bis fast auf den letzten Tropfen entfernt, so dass nur der feste Bodensatz der Hefe darin bleibt.

Die Uebertragung dieser Hefe von *B* in den Cylinder *A* geschieht folgendermassen:

Man bläst durch das Filter e_3 mit dem Mund so viel Luft in den Kolben, dass darin eine ziemliche Spannung entsteht, und quetscht den Schlauch e_2 mit einem Quetschhahn zu. Dann lockert man die Stöpsel von e_1 und b_3 und zieht sie durch die Flamme ebenso wie die Finger, mit denen man die Schläuche anfasst. b_3 muss noch mit einem Quetschhahn versehen werden, damit im Augenblick der Verbindung keine Luft nach *A* strömen kann. b_3 nehme man zwischen Daumen und Zeigefinger, e_1 zwischen Zeigefinger und Mittelfinger der linken Hand. Mit der rechten Hand zieht man jetzt den Stöpsel von b_3 ab und lockert den Schlauch e_1 am Stutzen, so dass er sich im nächsten Augenblick gut abziehen lässt. b_3 wird nun auf den Stutzen geschoben und der von Zeige- und Mittelfinger fest zusammengedrückte Schlauch e_1 mit einem soeben durch eine Flamme gezogenen Metallstöpsel verschlossen. Man vermeide es so viel als möglich, mit den Fingern oder Fingernägeln die Schlauchenden oder den Stutzen zu berühren. Nach der Verbindung von *A* und *B* bestreicht man noch die Verbindungsstellen mit der Flamme und öffnet dann die Quetschhähne an e_2 und b_3.

Durch eine mässige Drehung des Cylinders *A* erreicht man leicht ein Ueberfliessen der Würze nach *B*; 1 l genügt, um die Bodensatzhefe in *B* aufzuschütteln und flüssig zu machen; diese wird nun mit der Würze nach *A* zurückgegossen. Hierbei gebrauche man die Vorsicht, a_2 zugequetscht zu halten, damit zum Filter *d* nicht Würze emporsteigt.

Jetzt kann mit dem Durchlüften begonnen werden. f_1 wird mit e_2 verbunden und der Hahn der Wasserstrahlpumpe geöffnet. Aus *C*, *B* und *A*, die jetzt mit einander in Verbindung stehen, wird Luft weggesaugt, was nach Entfernung des Quetschhahnes von a_2 das Einströmen von Luft aus dem Rohr *c* in die Würze zur Folge hat. Man setze das Lüften so lange fort, bis nach *B* schon grössere Schaummengen (die sich in dem Glasrohr b_1 zeigen) übergetreten sind. Wenn der Schaum in *B* sich wieder etwas gesetzt hat, kann man weiter lüften; im Ganzen verwende man darauf vielleicht eine Stunde.

Mit dem Durchlüften ist gleichzeitig eine gute Vertheilung der Hefe in der Würze in *A* erreicht worden. Von dieser lasse man nun 5 bis 6 l nach *B* zurückfliessen.

Die Anwendung einer Spiralfederwage, an deren Haken man *B* aufhängt, lässt ziemlich genau die Menge der übergetretenen Würze bestimmen. Es erübrigt noch, a_2 mit einem Quetschhahn zu verschliessen und f_1 von e_3 abzuziehen. Die in *A* und *B* sich entwickelnde Kohlensäure entweicht vorläufig durch e_3.

Am zweiten Tage durchlüftet man wiederum, vielleicht eine halbe Stunde; dann rollt man den Cylinder *A* um 180°, hält dabei a_2 mit der linken Hand zugequetscht, dreht und schüttelt das Luftrohr *c* etwas, damit die in ihm befindliche Würze nach dem Innern ablaufe. Ist das geschehen, dann lasse man a_2 los und quetsche b_3 mit einem Quetschhahn zu.

Der Gang der Gährung kann man durch Beobachtung der Würze in dem Glasrohr b, und nach der Intensität des Kohlensäurestromes, der aus d entweicht, bemessen. Verbindet man d durch einen Gummischlauch mit einem Glasrohr und taucht letzteres in ein Gefäss mit Wasser, so lässt sich an der Schnelligkeit der auftauchenden Gasblasen die Zu- und Abnahme der Gährung gut verfolgen.

Nach 5 bis 6 Tagen kann der Cylinder A entleert werden. Der Schlauch c, der inzwischen sorgfältig aufbewahrt worden ist, wird wieder hervorgeholt und nach dem Abziehen von b_3 vom Stutzen wieder an diesem befestigt. Aus b lässt man die vergohrene Würze bis auf den letzten Tropfen auslaufen und entnimmt dabei gleichzeitig einige Proben, die man in sterilen Glasflaschen auffängt. Dann zieht man a_1 und c ab und verschliesst den Stutzen a mit einem passenden flambirten Gummipfropfen oder Korken.

Der Cylinder A ist nun sehr leicht und bequem zu handhaben. Man giesse durch b 1 bis 2 l frische, möglichst keimfreie Würze oder ebensogut gekochtes und nachher abgekühltes Wasser, rolle tüchtig auf einer Stuhllehne oder Tischkante und entleere die Hefenflüssigkeit in ein untergestelltes sauberes Gefäss.

Aus B giesse man das über dem Bodensatz stehende Bier vorsichtig ab. Man ziehe zuerst das Schlauchende e_1 durch eine Flamme, entferne mit der linken Hand den Metallstöpsel, quetsche mit der rechten Hand den Schlauch zu, mit dem rechten Arm dabei den Kolben umfassend. Die linke Hand führe das Filter e_3 an den Mund und halte gleichzeitig das gebogene Rohr fest. Der Kolben wird vorsichtig geneigt und unter beständigem Blasen das Bier zum Ausfliessen gebracht.

Der Kolben B wird bis zum Tage der nächsten Impfung an einem trockenen, kühlen Orte vorsichtig aufbewahrt. Selbst nach Wochen muss die Hefe darin noch rein und brauchbar sein.

Bei einer neuen Inbetriebsetzung des Cylinders A ist auch ein neues steriles Filter nöthig.

Behufs Kontrole der Hefe auf Reinheit sind in dreiwöchigen Zwischenräumen Proben zu entnehmen und untersuchen zu lassen. Die Proben werden am besten bei der Entleerung des Cylinders A entnommen. Sobald nur noch ein geringer Rest vergohrener Würze im Apparat ist, schüttelt man mit demselben etwas Hefe auf und lässt diese dann in das sterile Probegläschen fliessen. In demselben lässt man die Hefe sich zunächst absetzen, dann giesst man das überstehende Bier ab und verschliesst mit einem Wattepfropfen oder Korken, den man vorher kurz in die Flamme gehalten hat. So beschickt, können die Gläschen versandt werden. Wer selbst die Untersuchung ausführen will, wird zu seiner Orientirung bei der Entleerung des Cylinders noch in einige sterile Probirgläschen etwas Bier abfüllen und sie bei Zimmertemperatur stehen lassen. Die Gegenwart von fremden Organismen wird sich in den meisten Fällen schon dem blossen Auge bemerkbar machen, sei es durch den Eintritt einer Trübung im Bier oder durch Bildung einer Haut auf dem Bier.

Von grösseren Apparaten verdient der Hefepropagirungsapparat von Bergh und Jörgensen — Fig. 287 — Erwähnung, der aus der Hansen-Kühle'schen Konstruktion hervorgegangen ist.

Nach Mittheilungen der Fabrikanten Burmeister & Wain (Kopenhagen) besteht der vollständige Propagirungsapparat aus zwei Haupttheilen: 1. den Lüftungsapparaten (Luftpumpe, Luftbehälter und Luftfilter) und 2. dem Apparat zur Behandlung der Würze und Entwickelung der Hefe.

1. **Die Lüftungsapparate.** Die Lüftpumpe *V* wird durch mechanische Kraft getrieben und saugt die Luft durch ein Vorfilter *X* hinzu, wo eine vorläufige Reinigung stattfindet. Der Luftbehälter *U* ist mit

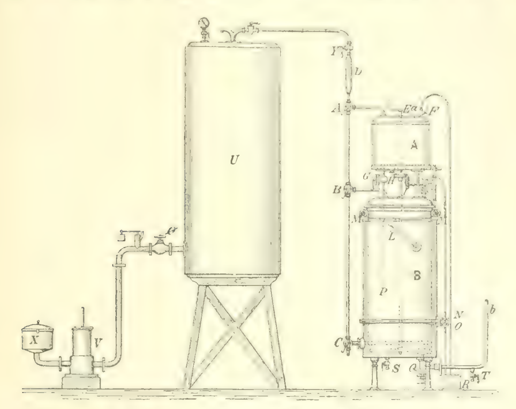


Fig. 287 Hefepropagirungsapparat von Berg und Jorgensen

Manometer und Sicherheitsventil versehen und wird mit Luft von 1 bis 4 Atm. Spannung gefüllt. Die Luftleitungsrohre müssen an geeigneten Orten mit Hähnen zum Auslassen des etwaigen verdichteten Wassers versehen werden; besonders wichtig ist es, dass dies zwischen Luftbehälter und Filter geschieht. Das Luftfilter *D* ist ein einfacher Metallcylinder, in welchen 35 g Baumwolle hineingepresst werden, wonach er durch zweistündiges Erwärmen bei 150° sterilisirt wird.

Der eigentliche Propagirungsapparat besteht, wie aus der Figur ersichtlich, aus zwei Cylindern, einem kleineren A oben (Rauminhalt 45 l) und einem grösseren B unten (Rauminhalt 150 l). Sie können durch das Rohr *P* in Verbindung gebracht werden, wenn der Hahn *G* geöffnet wird. Beide sind von Kupfer mit Messingböden, und jeder hat seinen Umrührer (*E* und *J*), welcher dicht über dem Boden zwei schraubenförmige Blätter trägt. *F* und *K* sind zwei doppelt gebogene, mit Hähnen versehene Rohre, welche mit den freien Enden in das Wasser des Gefässes *R* hineintauchen. Die Vertheilung der Luft geschieht mittelst der Dreiweghähne *A*, *B* und *C* durch drei Rohre, von

welchen die unterste sich in den Cylinder wie ein durchlöcherter Ring hineinstreckt.

Der Cylinder B ist von einem gusseisernen, zweitheiligen Mantel umgeben. Von dem Deckel streckt sich ein unten geschlossenes Rohr für das Anbringen eines Thermometers in den Cylinder hinein. Durch das Ventil *Q* wird der Cylinder entleert und frische Würze hineingeführt.

Die Flüssigkeitshöhe wird vom Zeiger *L* angegeben, welcher mit einem inwendigen Schwimmer in starrer Verbindung steht.

Der obere Cylinder *A* trägt oben ein kleines Rohr *a* zum Einführen der Reinkultur. Dieses Rohr wird durch Gummischlauch mit Quetschhahn und Glasstöpsel verschlossen und verlängert sich in den Cylinder hinein, um auch zum Probenehmen dienen zu können. Der Gummischlauch muss mittelst Kupferdraht sehr sorgfältig am kleinen Rohr befestigt werden. Ueber dem Hahn *G* befindet sich ein kleiner Hahn zum Auslassen des Kondensationswassers des Cylinders *A*.

Die Mündung des Luftrohres am untersten Dreiwegehahn sowie die des Ventils *Q* sind durch angeschraubte Hauben verschlossen.

Sterilisiren des Apparates. Wenn der Apparat in Gebrauch genommen werden soll, müssen zuerst sowohl die Cylinder als das Würzerohr *b* und das Luftrohr zwischen den Dreiwegehähnen sterilisirt werden. Zu diesem Zwecke lässt man an dem Luftrohre beim Dreiwegehahn *C* Dampf hineintreten und ca. ½ Stunde durch die beiden Cylinder und deren verschiedene Hähne strömen. Das verdichtete Wasser findet durch den Hahn *T* an der Würzeleitung Ablauf. Nach etwa ½ stündigem Dämpfen bringt man das Filter an seine Stelle, vermindert das Dampfzuströmen und öffnet gleichzeitig den Hahn am Filter, so dass die Luft hineinströmt.

Nach und nach wird der Dampf ganz abgesperrt, und man lässt die Luft durch den Dreiwegehahn *A* in den oberen Cylinder hineintreten und von hier durch das Rohr *P* in den unteren Cylinder und weiter durch dessen doppelt gebogenes Rohr strömen. Der obere Cylinder wird bald allen Dampf abgegeben haben und kann mit geschlossenen Hähnen ruhig zur Abkühlung dastehen, wenn man nur dann und wann so viel Luft hineintreten lässt, dass sich ein Ueberdruck in dem Cylinder hält. Die untere Oeffnung des Luftrohres wird mittelst Dampf gereinigt und mit der Haube verschlossen.

Hineinführen der Würze. Der Cylinder *B*, welcher die heisse Würze durch die Leitung *b* empfangen soll, braucht nicht gekühlt zu werden. Das Rohr *b* mündet in die Hauptleitung der Brauerei aus, welche die Würze nach den Kühlschiffen führt. Die Zeit muss so abgepasst sein, dass der Apparat für die Aufnahme der Würze, so wie oben beschrieben, vorbereitet ist, wenn die Würze ca. 10 Minuten durch die Hauptleitung geströmt ist.

Die Würze muss durch ihren eigenen Druck in den Apparat fliessen können. Wenn der Zeiger *L* den obersten Punkt des Bogens, von dessen Theilungen jede 2 l entspricht, erreicht hat, so ist für die Untergährung ein passendes Würzequantum (135 l) in den Cylinder hineingeführt; für Obergährung wird ein Quantum von 115 bis 125 l passend sein. Das Ventil *Q* wird dann geschlossen und das Rohr *b* wird entleert und gereinigt. Die Auslassöffnung bei *Q* wird mittelst

eines Dampfstrahles gereinigt und durch die anzuschraubende Haube verschlossen. Während des Hineinführens der Würze muss natürlich der Hahn *K* offen stehen, um der Luft Ausgang zu gestatten.

Kühlen und Lüften der Würze. In den meisten Fällen wird man die Würze heiss in den Apparat hineinführen können; man kann aber auch im Apparate selbst die Würze wieder zum Kochen bringen, wenn man in die untere Abtheilung des Mantels durch den Hahn *O* Dampf hineinleitet. Auf dieselbe Weise kann man auch, falls es wünschenswerth ist, die Würze während der folgenden Lüftung erwärmen. Jedenfalls muss die Würze vor der Kühlung in heissem Zustande kräftig gelüftet werden. Die Luft tritt durch den Hahn *C* hinein, wird durch die Löcher des Ringes in die Flüssigkeit vertheilt und verlässt wieder den Apparat durch das doppelt gebogene Rohr *K*. Diese Lüftung wird auch während des ganzen Kühlungsprozesses fortgesetzt und wird, wenn die Kühlung einen gewissen Punkt erreicht hat, bewirken, dass etwas Schaum durch das Rohr *K* hinaustritt. Diese Schaumbildung wird vermindert, wenn man im Gefässe *R* warmes Wasser anbringt. Bei verschiedenen Versuchen wurde die heisse Würze in 1 bis 4 Stunden stark gelüftet, danach wurde bei fortdauerndem Lüften innerhalb 1 bis 2 Stunden gekühlt, und schliesslich wurde die gekühlte Würze 1 bis 2 Stunden gelüftet. Ein kräftiges Lüften wird in den meisten Fällen anzurathen sein.

Um die Würze zu kühlen, lässt man Wasser vom Brauseringe *M* über die Seiten des Cylinders hinunterrieseln, indem man den Hahn *N* offen hält; man kann auch gleichzeitig im unteren Theile des Mantels Wasser zirkuliren lassen. Als Kühlwasser verwendet man Brunnenwasser und zuletzt Eiswasser. Die Temperatur kann auf dem Thermometer, welches sich in dem dazu eingerichteten wassergefüllten Rohre befindet, abgelesen werden.

Einführen der Reinkultur und Inbetriebsetzen des Apparates. Hat man die erwünschte Temperatur erreicht, so müssen die Hähne so umgestellt werden, dass der Luftdruck etwa 25 l Würze durch das Rohr *P* und den Hahn *G* in den oberen Cylinder heben kann. Hier wird darauf die vom Laboratorium gelieferte reingezüchtete Hefe auf die vorgeschriebene Weise durch das Rohr *a* hineingeführt; nach dem Umrühren wird die Flüssigkeit wieder in den unteren Cylinder gedrückt, wo die Hefe mit der ganzen Würzemenge durch Umrühren vermischt wird.

Man lässt nun die Würze zur Gährung ruhig hinstehen, indem man die Hähne so einstellt, dass eine geringe Luftmenge über die Flüssigkeit hinstreicht, was man daran erkennt, dass nur dann und wann einige Blasen vom doppelt gebogenen Rohre durch das Wasser emporsteigen und also *immer ein kleiner Ueberdruck im Cylinder vorhanden ist*.

Die Temperatur lässt sich durch Einlassen von warmem oder kaltem Wasser in den Mantel nach Belieben reguliren.

Man kann den Apparat auf verschiedene Weise benutzen:

a) Man kann sofort, nachdem die Würze in *B* inficirt ist, ca. 25 l durch das Rohr *P* in *A* hinaufdrücken und die Gährungen gleichzeitig in beiden Cylindern vor sich gehen lassen;

b) wenn die Gährung nach 3 bis 4 Tagen im kräftigsten Stadium

sich befindet, kann man den Inhalt von *B* umrühren und darauf ca. 25 l in *A* hinaufdrücken, oder

c) man kann nach beendeter Gährung in *B* umrühren und ca. 20 l in *A* hinaufdrücken.

Eine Lüftung durch die gährende Flüssigkeit im unteren Cylinder kann (wenn dies wünschenswerth erscheint) durch Oeffnen des entsprechenden unteren Hahnes bewerkstelligt werden; gleichzeitig muss aber der Luftzutritt zum oberen Cylinder geschlossen werden. Dagegen können, wenn beide Cylinder zu derselben Zeit gährende Flüssigkeit enthalten, gleichzeitig oberhalb die Flüssigkeiten der beiden Cylinder gelüftet werden.

Herausnehmen der Hefe. Wenn man die Gährung im Apparate nach Verfahren b oder c führt, so muss also, bevor der untere Cylinder entleert wird, ein passendes Quantum Hefe in den oberen Cylinder hinaufgedrückt werden. Dieser muss daher ausgespült und immer im Voraus sterilisirt werden. Sowohl Wasser als Dampf wird unten am Lüftungsrohre hineingeleitet, indem die Dreiwegehähne so gestellt werden, dass sie nur zum Cylinder *A* und nicht zu *B* oder zum Filter Zutritt gestatten. Das Ausspülungs- und Kondensationswasser findet durch den kleinen Hahn über *G* Ablauf. Nach der Sterilisation muss der Cylinder abgekühlt werden, indem immer ein Ueberdruck in demselben vorhanden sein muss.

Die gebildete Hefe kann entweder im Kräusenstadium oder nach beendeter Gährung herausgenommen werden.

1. Im Kräusenstadium (s. Gährung) wird der ganze Inhalt von *B* nach Umrühren und Hinaufdrücken der für die folgende Gährung nöthigen Menge in *A* durch das Ventil *Q* ausgezapft. Das Ventil kann auch mit einem Schlauche verbunden und die ganze Menge so direkt in den Gährbottich gedrückt werden.

Das im Cylinder entwickelte Quantum von Kräusenhefe kann eine Würzemenge von ungefähr 5 hl bei Untergährungstemperatur in passender Zeit in Gährung bringen. Für Obergährung bei den gewöhnlichen höheren Temperaturen kann man ungefähr die doppelte Würzemenge benutzen.

2. Wird mit Bodensatzhefe gearbeitet, so muss das überstehende Bier durch den Dreiwegehahn *C* ausgezapft und die dickflüssige Hefe darauf durch das Ventil *Q* ausgenommen werden. Die vollständig entwickelte Bodensatzhefe im Apparat kann für ungefähr 8 hl Würze bei Untergährung und für ungefähr das doppelte Quantum bei Obergährung benutzt werden.

Mit der herausgenommenen Hefe wird ein kleiner Bottich angestellt. Einen gewöhnlichen Bottich für diese erste kleine Gährung zu benutzen, ist weniger rathsam.

Nachdem der Cylinder *B* entleert ist, wird er mit Wasser wiederholt ausgespült. Am besten wird es sein, den Cylinder mit Wasser beinahe zu füllen und dann durch Einleiten von Dampf in den unteren Theil des Mantels das Wasser ca. ¼ Stunde lang zu kochen. Selbstverständlich wird der Cylinder immer durch Dämpfen sterilisirt, wonach frische, siedend heisse Würze hineingeführt, gelüftet und gekühlt wird.

Die einzelnen Abschnitte in der Behandlung des Apparates sind also die folgenden:

I. Beim Inbetriebsetzen des Apparates:
1. Sterilisiren des Apparates mit den dazu gehörenden Leitungen,
2. Einführen der Würze in den unteren Cylinder,
3. Lüften und Kühlen der Würze,
4. Aufdrücken einer kleinen Würzemenge in den oberen Cylinder,
5. Einführen der Reinkultur in den oberen Cylinder,
6. Hinabdrücken dieser ganzen Flüssigkeitsmenge in den unteren Cylinder;

II. Wenn der Apparat im Betriebe ist:
1. Sterilisiren und Abkühlen des oberen Cylinders,
2. Aufdrücken eines Theils der Flüssigkeit von dem unteren in den oberen Cylinder,
3. Herausnehmen der Hefe aus dem unteren Cylinder,
4. Auskochen und Sterilisiren des unteren Cylinders,
5. Einführen der Würze in den unteren Cylinder,
6. Lüften und Kühlen der Würze,
7. Hinabdrücken der Hefe vom oberen Cylinder in den unteren.

Untergährige Biere.

Die nach Zusatz der Hefe stattfindenden Vorgänge fasst man als Hauptgährung und Nachgährung zusammen.

Die erste Periode, die durch Schäumen und Hefetrübung der Würze gekennzeichnet ist, dauert bei ca. 5 bis 10° etwa 9 Tage. Die Hauptmenge des Zuckers wird hierbei zersetzt. Gearbeitet wird in offenen Bottichen im Gährkeller.

Bei der Nachgährung oder Lagergährung findet noch weitere Zuckerzersetzung statt, wobei sich das Bier klärt und Kohlensäure absorbirt. Die Gährung verläuft bei wesentlich niedrigerer Temperatur (bis zu 0,5°) und dauert ca. 3 Wochen bis mehrere Monate. Sie findet in anfangs offenen Fässern im Lagerkeller statt.

Die Hauptgährung. Nachdem die in Bottichen von ca. 20 bis 35 hl befindliche Würze hinlänglich abgekühlt ist, wird ihr reine Hefe zugesetzt (Stellen, Zeuggeben, Satzgeben). Als Stelltemperatur gilt 5 bis 9°; bei sehr starken Würzen geht man bis 10°.

Man gibt ca. 30 bis 50 l dickbreiiger Stellhefe auf 100 hl Würze von 12°; je mehr Hefe zugesetzt wird, um so schneller verläuft die Gährung.

Das Stellen findet nach zwei Methoden: durch Trockengeben oder Nassgeben (Herführen) statt.

Im ersten Fall wird ein Gefäss von ca. 15 bis 20 l Inhalt, das Zeugschaffel, etwa zur Hälfte mit gekühlter Würze gefüllt und mit der für einen Bottich bestimmten Hefemenge versetzt. Durch mehrfaches Umgiessen in ein zweites Gefäss und Umrühren wird die Hefe gelüftet und gleichmässig vertheilt und dann in den Bottich zur Würze zugegeben. Besondere Lüft- oder Hefeaufziehapparate erleichtern die Handarbeit.

Anders verfährt man bei dem Nassgeben oder Herführen des Zeugs; dasselbe entspricht dem Vorstellen in der Spiritusfabrikation (s. S. 519). Man entnimmt einen kleinen Antheil der Gesammtwürze bei 15 bis 19° und setzt derselben die Gesammt-

menge Hefe zu; sobald (nach einigen Stunden) die Würze zu gähren beginnt, wird sie gleichmässig in die einzelnen Bottiche vertheilt.

Als Drauflassen bezeichnet man den Zusatz frischer Würze zu einem Bottich, der mit gährender Würze theilweise gefüllt ist.

Temperatur und Konzentration der Würze notirt man während der Gährung täglich auf der Bottichwand.

Als Einzelstadien bei der Hauptgährung lassen sich folgende unterscheiden:

Frisch nennt man das Stadium, in dem sich die Würze befindet, nachdem sie aus dem Kühlschiff in die Bottiche gefüllt ist und das Stellen mit Hefe oder Zeuggeben stattgefunden hat. Die Oberfläche der klaren Würze ist anfangs mit leichtem, weissem Schaum bedeckt, welcher nach dem Zeuggeben zusammenfällt und sich gleichmässig über die ganze Oberfläche vertheilt.

Nach dem Zeuggeben werden Bottichkühler etc. eingesetzt, falls die Kühlung der Würze nicht durch Luftkühlung im Keller erfolgt.

Ankommen heisst das Stadium der Gährung, welches 12 bis 20 Stunden nach dem Zeuggeben eintritt: das Bier macht weiss. Unter Kohlensäureentwickelung erhebt sich am Rande des Bottichs ein Kranz von weissem, zähem Schaum, der sich nach der Mitte zu ausbreitet und ca. 36 Stunden nach Füllung des Bottichs den ganzen Würzespiegel bedeckt. Einige Stunden nach dem Ankommen wird der Schaumkranz durch die Kohlensäure gehoben und vom Rande des Bottichs gelöst, so dass man den klaren Würzespiegel sieht; derselbe wird indessen bald wieder mit frischem Schaum bedeckt. Dieses Wegschieben dauert höchstens 1 Stunde und ist der einzige Vorgang bei der Gährung, welcher sich zeitlich genau bestimmen lässt; nach seinem früheren oder späteren Eintreten kann man daher die Gährkraft der Hefe beurtheilen.

Ungefähr 3 Tage nach der Füllung des Bottichs fängt das Kräusen an. Zäher, weisser Schaum überzieht die ganze Oberfläche der Würze und bildet hellgelbliche Ringe. Bei starker Entwickelung von Kohlensäure erfolgt erst das niedere Kräusen[1]) oder Weisskräusen; nach 24 Stunden steigen die Kräusen immer höher, häufig über den Rand des Bottichs (stürmische Kräusen) und färben sich später bräunlich (hohes Kräusen oder Braunkräusen).

In diesem Stadium ist die Vergährung des Extraktes am stärksten. Während das Saccharimeter beim Weisskräusen täglich nur eine Abnahme von 0,3 bis 0,5 % zeigte, findet beim Braunkräusen eine Abnahme von 0,6 bis 1 % statt.

Das nun folgende Stadium, Durchbruch genannt, beginnt etwa 6 bis 7 Tage nach dem Füllen mit dem Zusammenfallen der Braunkräusen. Die Oberfläche der Würze bleibt hiernach mit glattem, schmutzigweissem Schaum bedeckt, auf welchem die Ueberbleibsel der Kräusen schwimmen. Allmählich nimmt die Wärme der Flüssigkeit ab, bis sie die Temperatur des Gährraumes erreicht hat. Die Gährung ist im Zurückgehen, die Würze im Durchbruch begriffen, und die Hefe sinkt auf den Boden des Bottichs. Dieser Vorgang dauert

---

[1]) Ungehopfte Würzen vergähren ohne Kräusen.

einige Tage und findet seinen Abschluss mit dem Füllen des Bieres in die Fässer (Fassen).

Reif zum Fassen ist die Würze nach beendeter Hauptgährung, wenn die Hefe sich am Boden des Bottichs gesammelt und die Saccharometeranzeige sich in 24 Stunden höchstens um 0,2 % verringert hat; die vergohrene Würze heisst dann Jungbier. Auf der Oberfläche der Würze befindet sich dann eine dünne Schaumschicht mit kleinen braunen, gleichmässig vertheilten Flocken. Das Aussehen des Bieres prüft man im Schaugläschen, einem Glascylinder von 50 ccm Inhalt. Die Hefe soll darin schnell zu Boden sinken; bleibt noch viel Hefe im Bier schweben, so nennt man dasselbe „grün“. Durch eine Untersuchung mit dem Saccharometer wird die Beschaffenheit des Bieres festgestellt.

Abnorm verläuft die Gährung, wenn nach dem Zurückgehen der Kräusen nochmals lebhaftes Gähren (das Nachschieben) stattfindet.

Das Auftreten grosser Blasen zwischen den Kräusen (Blasengährung) zeigt die Gegenwart anderer Fermente an.

Schaumfreie Stellen beim Kräusen (Kahlstellen) rühren unter Anderem daher, dass zu schwache Hefe verwendet oder der Gährkeller zu kalt ist.

Wie diese Erscheinungen, so ist auch meist das Rasten der Gährung ohne Schaden für das Bier.

Die Dauer der Hauptgährung beträgt 8 bis 10 Tage; von dem Extrakt der Würze wird etwa die Hälfte vergohren.

Die Samenhefe wird aus dem Hefebodensatz im Gährbottich erhalten. Der Hefebodensatz enthält oben und unten eine durch Hopfenharz, Eiweissstoffe etc. verunreinigte Schicht Hefe, die beide aus dem Betrieb entfernt werden (Schmutzhefe) und nach erfolgter Reinigung in der Brennerei und Bäckerei Verwendung finden.

Die mittlere Schicht (Kernhefe) ist die Samenhefe, die zur Reinigung in einem Gefäss, der Zeugwanne, mit kaltem Wasser gewaschen und dann durch ein Haarsieb getrieben wird. Man lässt absetzen, entfernt das Wasser, rührt nochmals mit Wasser ab, lässt wieder absetzen und entfernt das überstehende Wasser. Dann bewahrt man die Hefe unter reinem Wasser auf, das durch Eis gekühlt wird.

Soll sie längere Zeit konservirt werden, so presst man sie stark ab und säuert sie mit Weinsäure an (vergl. auch Presshefe).

Durchschnittlich lässt sich aus einem Bottich so viel Hefe gewinnen, als zum Anstellen von zwei Bottichen erforderlich ist.

Nachgährung.

Im Lager- oder Schenkkeller unterliegt das Bier bei Temperaturen nahe 0° noch einer Nachgährung. Bei der niederen Temperatur verläuft die Gährung so langsam, dass sich die Hefe zu Boden setzt; fremde Mikroorganismen, insbesondere das Essigsäureferment, können sich bei der niederen Temperatur nicht entwickeln.

Während grössere Brauereien mit kontinuirlichem Betrieb ein gleichmässiges Bier von etwa 3 Monaten Lagerzeit herstellen, bereiten kleinere Betriebe, die im Sommer nicht arbeiten,

ein Schenkbier von kurzer und

ein Lager- oder Sommerbier von grösserer Lagerzeit.

Beide werden im Winter oder Frühjahr gebraut; verzapft wird letzteres erst, nachdem das Schenkbier konsumirt ist.

Die Würze für Schenkbier hat eine Konzentration unter 12°, diejenige für Lagerbier ist stärker.

Zur Bereitung von Schenkbier füllt man das Bier aus dem Bottich in gepichte Fässer von 1 bis 10 hl resp. 12 bis 20 hl. Zumal in kleinen Fässern erhält das Bier schon nach 2 Wochen die Konsumreife.

Um gleichmässiges Bier zu erhalten, füllt man das Fass nur zum Theil mit Jungbier an und setzt allmählich (nach mehreren Tagen) frisches Jungbier von einem neuen Sud zu, bis das Fass spundvoll ist; der Spund wird hierbei stets lose aufgesetzt.

Bei der Nachgährung des bis zum Spund eingefüllten Bieres beobachtet man folgende Erscheinungen:

a) das Bier greift an; am Spundloch zeigt sich ein leichter weisser Schaum;

b) das Bier käppelt; es tritt aus dem Spundloch heraus und bildet eine Art Haube; diese Erscheinung (die beschleunigte Nachgährung) dauert 9 bis 24 Tage; die Isomaltose wird vergohren und Hopfenharz abgeschieden;

c) das Bier hat ausgekäppelt oder verstochen, wenn der Schaum grosse Blasen bildet und zurückgeht;

d) während der stillen Nachgährung gelangt das Bier in den Konsum.

Zum Ersatz des beim Schäumen ausgetretenen Biers füllt man mit Wasser oder klarem Bier wieder spundvoll: man sticht nach.

Spähnen und Aufkräusen des Bieres muss stattfinden, wenn sich die Hefe nicht rechtzeitig absetzt. Zu dem Ende werden ca. 0,5 m lange und 3 mm breite Spähne aus gesundem Haselnuss- oder Buchenholz durch das Spundloch in das Bier gebracht, solange sich dasselbe noch in der beschleunigten Nachgährung befindet; hierbei setzen sich die Hefezellen an die Oberfläche der Spähne an und werden dort festgehalten. Bei fertig gegohrenem Bier muss man eine neue Gährung und Bewegung der Hefezellen wieder dadurch einleiten, dass man gährende (krausende) Würze zufügt: aufkräust.

Ausser der Klärung bewirken die Spähne auch eine Verkürzung der Lagerzeit des Biers.

Die Spähne werden vor dem ersten Gebrauch mit Sodalösung ausgekocht und gut gewaschen; auch nach jedesmaligem Gebrauch sind sie zu reinigen.

Das Spunden der Lagerfässer vor dem Abziehen des Bieres in die kleinen Transportfässer bezweckt, den Kohlensäuregehalt zu vergrössern; das Bier erhält den erforderlichen Trieb. Die Fässer bleiben 3 bis 14 Tage gespundet und zwar um so länger, je länger das Bier gelagert hat.

Das Lagerbier wird lauter, d. i. in klarerem Zustand, mehr von Hefezellen frei, in die Lagerfässer übergefüllt, welche 20 bis 40 hl Inhalt haben. — Die Dauer der Gährung ist nicht nur wegen der geringeren Menge Hefe, sondern auch wegen der niederen Temperatur von 0 bis 2° eine sehr lange und währt bis mehrere Monate.

Tabelle zum Vergleich der drei wichtigsten Braumethoden zur Darstellung untergähriger Biere.

Methode	Schüttung	Wasser		Brauverfahren	Maischtemperaturen	Hopfenmenge	Art des Hopfengebens	Dauer des Würzekochens	Temperatur beim Hefegeben	Menge der Stellhefe auf 100 l	Dauer der Gährung	Saccharom.-Anz	
		zum Maischen	zum Nachguss									beim Anstellen	nach der Hauptgährung
	kg	l	l		Grad	kg		Stunden	Grad	ccm	Tage	% Ball.	% Ball.
Wiener	100	247	280	Wassermaische I. Dickmaische (kocht 1/4 Stunde) II. Dickmaische (kocht 1/4 Stunde) Lautermaische (kocht 25—30 Min., Ruhe 15—20 Min.)	35 47 60 72—74	1,5	1/3 wird gleich beim Aufkochen der Würze, die anderen 2/3 werden aber erst 3/4 Stunden vor dem Ende des Würzekochens gegeben	2	4—5	375	14	13	7
Bayerische	100	374	236	Wassermaische I. Dickmaische (kocht 3/4 Stunden) II. Dickmaische (kocht 3/4 Stunden) Lautermaische (kocht 1/2 Stunde, Ruhe 3/4 Stunden)	34 53 65 75	1,8	Aller Hopfen wird zugleich mit der Würze in die Pfanne gegeben	2	5	500	10—12	13	6,5
Böhmische	100	264	264	Wassermaische I. Dickmaische (kocht 1/4 Stunde) II. Dickmaische (kocht 1/4 Stunde) Lautermaische (kocht 25 Minuten, Ruhe 3/4 Stunden)	35 52 65 74—75	2,24	Wie bei d. bayr. Verfahren, oder etwa 1/6 kommt sogleich in die Pfanne und der Rest wird zugegeben, sobald die Würze zu kochen anfängt	[illegible]	5	500	10—12 ab. auch 14—18	12 [1]	5,8—6 ab. auch 4,5—5

[1]) Sehr häufig werden auch nur 10% Würzen bereitet.

Die Gährung verläuft im Wesentlichen wie oben. Gespundet wird in sehr kalten Kellern gar nicht, sonst 2 Wochen lang bei 3monatlichem Lagern.

Abgezogen wird das konsumreife Bier meist so, dass nach vorsichtiger Lüftung des Spundes und losem Aufsetzen desselben der Zapfen entfernt und durch einen Abzapfhahn ersetzt wird, dessen Wechsel etwas geöffnet ist, um nicht Luft in das Bier zu pressen, welche das Biergeläger aufrühren würde. An dem Abzapfhahn wird ein Schlauch befestigt, der bis an den Boden des Transportfasses reicht; dasselbe wird völlig gefüllt und dann durch einen Spund verschlossen.

Zur Vermeidung eines Kohlensäureverlustes wird das Abziehen auch durch besondere Luftdruckabfüllapparate vorgenommen.

Das im Lagerfass zurückbleibende Geläger wird auf Spiritus verarbeitet, oder man stellt daraus durch Filtriren und Klären Bier her.

Zur Uebersicht der verschiedenen Braumethoden diene die Tabelle (Muspratt 1454) auf S. 687.

Obergährige Biere.

Die Herstellung von obergährigen Bieren macht von der Verwendung künstlicher Kühlung unabhängig. Die deutschen Brauereien für obergähriges Bier sind meist nur kleinere; ihre Produktion beträgt nur ca. ein Drittel des in Deutschland produzirten untergährigen Bieres. Der wesentliche Unterschied im Betrieb liegt in der Temperatur der Gährung, welche 10 bis 15° beträgt. Das Anstellen erfolgt wie oben, die Gährung verläuft ähnlich wie oben, nur viel schneller. Die Hauptgährung dauert ca. 48 Stunden; dann wird die mit Hopfenharz vermischte Oberhefe abgeschaufelt und das Bier zur Nachgährung in Fässer von 2 bis 4 hl Inhalt in einem kühlen Keller gelagert.

Manche Brauereien geben die Würze in nur angegohrenem Zustand als Jungbier an die Konsumenten ab, welche die Nachreife in Fässern oder Flaschen stattfinden lassen.

Damit sich die Hefe in der Flasche fest zu Boden setzt und beim Einschenken nicht mitgerissen wird, setzt man auch in Wein vertheilte Hausenblase zu. Wenn in der Hauptgährung die Zuckerzersetzung so weit gegangen ist, dass bei der Nachgährung nicht der erforderliche Trieb stattfinden würde, so fügt man vor dem Abziehen des Jungbiers in Flaschen Rohrzucker hinzu und zwar ca. 700 g auf 1 hl. In dieser Weise wird z. B. das Münchener Weissbier bereitet.

Betriebskontrole.

Vergährungsgrad (s. S. 571 bei Spiritus). Die Saccharometeranzeige nach der Gährung ist eine wesentlich geringere als vor derselben, da der Zucker zersetzt ist und andererseits das spezifische Gewicht des Bieres durch den gebildeten Alkohol heruntergesetzt wird.

Die in Prozenten ausgedrückte Menge des vergohrenen Extraktes wird der Vergährungsgrad genannt. Ist E die Saccharometer-

anzeige vor der Gährung und e diejenige in dem von Alkohol befreiten Bier, so sind von E Theilen Extrakt $E - e$ Theile vergohren, also ist der Vergährungsgrad $= \frac{(E - e)\,100}{E}$. Dieser wirkliche Vergährungsgrad wird aber in der Praxis nicht bestimmt, vielmehr begnügt man sich, die Saccharimeterbestimmung in dem noch alkoholhaltigen Bier vorzunehmen. Der entsprechende Quotient wird dann scheinbarer Vergährungsgrad genannt (vergl. Analyse).

Der (scheinbare) Vergährungsgrad ist bei vollmundigem Bier ein niederer (45 bis 50), bei norddeutschem, lichtem Bier ein mittlerer (50 bis 60) oder ein hoher (über 60).

Er ist um so grösser, je mehr Zucker vorhanden ist und je stärker die Hefe vergährt; Würzen aus lichtem Malz vergähren höher als solche aus dunklem. Die Menge der zugesetzten Hefe, die Konzentration der Stammwürze und die Temperaturen sind von wesentlich geringerem Einfluss als Zuckergehalt und verwendete Hefeart.

Konserviren der Biere.

Da das Bier stets noch entwickelungsfähige Hefezellen enthält und seiner Zusammensetzung nach für das Vegetiren zahlreicher Mikroorganismen sehr günstig ist, so ist seine Haltbarkeit eine beschränkte.

Zur Konservirung bedient man sich am besten des Pasteurisirens, d. i. Vernichtung der vorhandenen Mikroorganismen, indem man die gefüllten und verkorkten Flaschen auf 50 bis 60° (im Wasserbad) erhitzt. Sehr wirksam ist ferner die Konservirung durch Eis.

Die Verwendung von Konservirungsmitteln (Salicylsäure, Borsäure, Calciumbisulfit) ist in Deutschland gesetzlich unzulässig.

Besondere Bierarten[1].

Englische Biere.

Porter, ein dunkles, obergähriges Bier, wird besonders gut in London und Dublin bereitet. Man unterscheidet nach der Stärke Brown stout, Porter und Dünnbier. Die Herstellung erfolgt nach der Infusionsmethode aus hellem und dunklem Malz, sowie etwas Rohrzucker.

Die geschrotete Malzmischung wird gewöhnlich im Vormaischapparat mit dem ersten zuckerhaltigen Guss von 75° eingeteigt. Dann fügt man heisses Wasser hinzu und maischt die Masse bei 62° gehörig durch. Nach 1½ Stunden wird die erste Würze mit 23% Balling gezogen, in die Braupfanne gepumpt und 1½ Stunden mit Hopfen gekocht. Inzwischen hatte man den zweiten Guss gegeben und nach 1 bis 1½ Stunden die zweite Würze von 15,5% Balling gezogen, die mit dem ausgekochten Hopfen der ersten Würze gekocht wird[2]. Aus

[1]) Nach Wagner, Bierbrauerei.

[2]) In manchen Brauereien wird zur Verbesserung des Geschmackes etwas Aloë oder Quassia mitgekocht; auch wohl schwefelsaures Eisen zugesetzt, um dem Bier einen dauerhaften Schaum zu geben.

den beiden ersten Würzen wird das starke Bier bereitet; die dritte, durch Anschwänzen der Treber erhaltene Würze liefert das Dünnbier.

Nach dem Abkühlen wird die gekochte Würze in Gährkästen geleitet und mit etwas mehr Hefe gestellt als andere Biere von derselben Stärke. Die Hauptgährung findet bei 14 bis 16° statt und dauert beim Brown stout 48, beim Porter 36 und beim Dünnbier 24 Stunden. Alsdann wird das Bier zur Nachgährung auf die Klärfässer (Reinigungsgefässe) gefüllt, welche eine Vorrichtung zum Entfernen der abgestossenen Hefe haben. Diese Hefe wird für die nächste Gährung oder als ausgezeichnete Presshefe verwendet. Die Klärfässer müssen durch Nachfüllen stets bis zum Rande voll erhalten werden.

Nach 2 bis 3 Tagen, wenn keine Hefe mehr ausgestossen wird, ist die Nachgährung vorüber. Das Saccharimeter zeigt bei Stout 5,7 und bei Porter 3,3%. Der reife Porter wird gefasst und schon in der ersten oder zweiten Woche, der Brown stout höchstens nach 4 Wochen versandt. Nur die für den Export bestimmten, stärker eingebrauten Porter (20% Balling) lagern oft jahrelang.

Pale Ale

wird am besten in Burton on Trent, London, Glasgow und Leeds gebraut. Dasselbe wird nur aus lichtem Malz und dem besten, hellsten Hopfen bereitet, um die eigenthümliche strohgelbe Farbe zu erhalten.

Zur Herstellung von 163 hl Export-Ale und 130 hl sogen. Tafelbieres verwendet man nach Otto 8940 kg helles Malz und 217,5 kg Kenter Hopfen.

Das Schrot wird in Wasser von 62,5° eingeteigt, mit etwas Wasser von 65° versetzt und dann die ganze Masse durch Wasser von 90° auf die Maischtemperatur gebracht. Nachdem 20 bis 25 Minuten tüchtig gemaischt wurde, bedeckt man den Bottich und lässt ihn 2 Stunden ruhen. Sodann zieht man die erste Würze und bringt sie in den Kessel.

Der zweite Guss wird mit Wasser von 90° gemacht und ¼ Stunde gemaischt; nach ½-stündiger Ruhe wird wieder 10 Minuten gehörig durchgemaischt und nach 1 Stunde die zweite Würze gezogen. Man kocht dieselbe mit der ersten zusammen 2 Stunden lang mit Hopfen. Hierauf wird die Würze auf 10 bis 15° abgekühlt und gelangt in den grossen Gährbottich, wo sie mit Hefe gestellt wird. In manchen Brauereien gibt man auch am zweiten Tage zur gährenden Würze 2,7 kg zerstossene Paradieskörner, 1,8 kg Koriander und 1,8 kg Kochsalz. Bei sehr stürmisch verlaufender Gährung wird die Würze durch ein Schlangenrohr gekühlt und die mehr als 1 m hohe Gährdecke öfter entfernt; bei zu schwacher Gährung rührt man die Hefe oder ein Gemisch von Weizenmehl und Kochsalz unter die gährende Würze. Nach etwa 4 Tagen wird die Würze aus dem grossen Gährbottich in die kleinen Gährfässer gefüllt, worin sie 5 Tage bleibt. Zur Nachgährung bringt man das Bier auf grosse Lagerfässer und zieht es gewöhnlich erst nach 20 bis 24 Monaten auf die Fässer. Manche Brauer setzen dann noch jedem Fass etwas feinen Hopfen hinzu.

Das Tafelbier wird aus der dritten und vierten Würze bereitet, welche bei 21,5° im grossen Gährbottich mit Hefe gestellt werden. Nach 38 Stunden kommen sie in die mit Ausguss versehenen Tonnen; dann wird das Bier nach 48 Stunden auf die Fässer verzapft und gelangt nach 2 bis 3 Monaten zur Verschickung.

Belgische Biere.

Dieselben unterscheiden sich durch ihren Geschmack und die Art ihrer Herstellung wesentlich von den deutschen Bieren. Man maischt die Würze aus Gerstenmalz, ungemälztem Weizen, Hafer und Buchweizen (Rohfrucht) nach der Infusionsmethode und überlässt sie der Selbstgährung; sehr selten wird etwas Oberhefe oder gährende Maische hinzugefügt, um die Gährung einzuleiten. Häufig wird der kochenden Würze Kalk zugesetzt zur Erzielung einer dunkleren Färbung und zur Abscheidung des Klebers.

Das Antwerpener Bier wird aus einer Mischung von 14 Thln. Gerstenmalz, 2 Thln. Weizen, 1,5 Thln. Hafer und 1 Thl. Hopfen gebraut; 100 kg davon geben 300 l braunes Bier. Man macht drei Aufgüsse, von denen der letzte ohne Hefe Nachbier liefert. Der ersten und zweiten Würze wird im Frühling und Herbst keine Hefe zugesetzt, im Winter 1 l Hefe auf 500 kg. Die Gährung findet im Keller in offenen Fässern statt. Das beste Bier hält sich länger als 1 Jahr, das geringere, im Frühjahr und Herbst gebraute ungefähr 1/2 Jahr und das Nachbier nur kurze Zeit.

Das Weissbier wird in gleicher Weise mit einem Zusatz von Buchweizen bereitet. Aus 100 kg Getreide gewinnt man 100 l Bier und erhält durch den vierten Aufguss noch Nachbier. Auf 600 kg Würze gibt man 1 kg Hefe.

Lambic, Faro und Mars. Diese beliebten belgischen Biere werden aus gleichen Theilen Wintergerstenmalz und bestem ungemälztem Weizen hergestellt. Der Weizen wird grob gemahlen und zur Vermeidung der Mahlsteuer mit etwas Gerstenmalz gemischt. Die Malzkeime werden nicht abgerieben, weil die belgischen Brauer sich eine gute Wirkung derselben auf das Bier versprechen.

Zur Erleichterung des Abläuterns bedeckt man den Boden des Bottichs mit Weizenspreu und maischt die Schüttung mit warmem Wasser ein, so dass die Maischtemperatur 52,5° beträgt. Dann wird gleich die erste trübe Würze mit Weidenkörben ausgeschöpft, in der Braupfanne zum Kochen erhitzt und wieder auf die Maische im Bottich gebracht. Alsdann wird wieder gemaischt und die Würze gezogen. Nach mehrmaliger Wiederholung wird abgeläutert und die Treber durch mehrere Aufgüsse[1]) ausgezogen. Die Würzen werden 12 Stunden, auch wohl länger, mit Hopfen gekocht, wobei man 0,5 kg auf 1 hl rechnet. Nach der Abkühlung auf dem Kühlschiff füllt man die Würze auf Fässer von 2 bis 3 hl. Diese werden mit offenen Spundlöchern bei 9 bis 12,5° über einander aufgestellt und ab und zu wird Würze nachgefüllt. Manchmal beginnt schon nach einigen Tagen die Selbstgährung; gewöhnlich tritt sie aber nach 3 bis 4 Monaten ein und

[1]) Wegen der ungünstigen Besteuerung des Maischraumes werden oft 7 bis 8 kleine Güsse gemacht.

dauert 10 bis 20 Monate. Dabei verschwindet der Geruch des Hopfens, und das Bier nimmt ein feines, weinartiges Aroma an, gleichzeitig aber auch einen bitteren, harten Geschmack. Zur Milderung desselben mischt man ältere und jüngere Biere oder setzt Zucker, auch wohl Syrup und dunkles Färbebier hinzu; mitunter werden auch Hefezusätze gemacht, um dem Biere Trieb zu geben. Diese Art der Zurichtung (Verschneiden) des Bieres wird in Belgien als grosse Kunst geschätzt.

Lambic, das starke, aus den ersten Würzen bereitete Bier, ist so haltbar wie der beste Südwein und wird in grossen Quantitäten exportirt. Mars oder Märzenbier wird aus den letzten Würzen hergestellt und in Belgien verbraucht. Faro, ein sehr haltbares Bier, mischt man aus gleichen Theilen von Lambic und Mars oder aus den Würzen dieser beiden Biere.

100 kg Schüttung liefern nach A. Schwarz 230 l Lambic von 15 bis 16 % Balling und 230 l Mars von ungefähr 8 % Balling.

Französische Biere.

In Frankreich findet kein bedeutender Bierverbrauch statt, da der Wein das Nationalgetränk bildet. Nur die besseren Biere werden mit Hopfen gewürzt, das gewöhnliche französische Bier, „petite biere", nicht. Auf der Ausstellung von 1867 fand das deutsche, besonders das Wiener Bier so viel Beifall, dass 1869 in Maxeville bei Nancy eine grossartige Brauerei gegründet wurde, welche ganz nach Wiener Manier arbeitet. Ausserdem befinden sich noch grössere Brauereien in der Nähe von Paris, in Lille, Amiens, Lyon etc.

Schwedische und norwegische Biere.

In beiden Ländern verstand man es von jeher, ein gutes Getränk zu brauen. Neben den einheimischen Bieren werden solche nach englischem, schottischem und bayerischem Geschmack in grossen Mengen hergestellt und verbraucht. In den letzten Jahrzehnten hat sich auch ein nicht unbedeutender überseeischer Export von schwedischen und norwegischen Bieren entwickelt.

Als bestes norwegisches Bier gilt das sehr alkoholreiche Hardanger, welches dem Burton Ale nicht nachstehen soll. Es wird nach Grässe folgendermassen bereitet:

Für jeden Anker Bier (37,7 l) werden 139 l Malz grob gemahlen und dazu 1,5 kg englischer oder amerikanischer Hopfen genommen. Das zum Einmaischen bestimmte heisse Wasser wird gewöhnlich mit etwas Wachholder aromatisirt.

Für 4 Anker Würze lässt man 25 bis 40 % der Gesammtwürze vom Maischbottich direkt über den Hopfen laufen; derselbe wird hierdurch zum grossen Theil extrahirt. Die übrigen 75 bis 60 % der Würze werden mit demselben Hopfen gekocht, abgekühlt, nach dem Absetzen in die Gährbottiche geleitet und mit Bierhefe angestellt. Erst jetzt wird die ungekochte Bierwürze ebenfalls auf dieselben Gährbottiche geleitet. Nach der 24 bis 48 Stunden dauernden Hauptgährung wird das Bier abgezogen; seine Gesammtmenge darf jetzt nicht mehr als 4 Anker betragen.

Russische Biere.

Die altrussischen leichten, obergährigen Biere wurden meist im kleinen Betriebe hergestellt; der Verbrauch wird mehr und mehr beschränkt durch die steigende Produktion der bayerischen Biere.

Der beliebte braune Kwasz ist ein säuerlich-süsses Getränk von geringem Alkohol- und grossem Klebergehalt. Er wird im Haushalte entweder nur aus den Abfällen des schwarzen Roggenbrodes mit heissem Wasser bereitet, oder man mischt geschrotetes Gersten- und Roggenmalz mit Roggenmehl und heissem Wasser. Die Gährung wird mit etwas Sauerteig angeregt und das Ganze mit Krauseminze aromatisirt.

Die Kiszlyschtschi, ein verfeinerter Kwasz mit grossem Gehalt an Kohlensäure, kann als Getreide-Brausewein bezeichnet werden. Das Getränk wird aus Gersten-, Weizen- und Roggenmalz, sowie aus Weizenmehl, Weizengraupen und Buchweizen hergestellt. Mit Sauerteig wird die Gährung eingeleitet, und mit Zucker und beliebigen Gewürzen der Geschmack pikanter gemacht.

Das altrussische oder moskowitische Braunbier ist dicklich und von süssem Geschmack. Es wird nach Witt hergestellt aus: 14 Thln. Gerstenmehl, 1 Thl. Weizenmehl und 1 Thl. Weizenmalz. Man nimmt so wenig Wasser, dass das Gewicht des Bieres nur ungefähr 1½mal so viel beträgt wie das Gewicht der Getreidestoffe. Diese werden gut gemengt und mit kochendem Wasser zu einem Brei verarbeitet, der nach 1 Stunde mit kochendem Wasser verdünnt wird. 1 Stunde später seiht man die Würze ab, lässt sie ½ Stunde kochen und vermischt sie mit dem Rückstande. Wieder 1 Stunde später wird die Würze nochmals abgeseiht und mit Hopfen gesotten. Dann wäscht man die Treber leicht mit kochendem Wasser aus und setzt die erhaltene Flüssigkeit der Würze zu. Sobald die Würze hinreichend eingekocht und gehopft ist, wird sie mit dem Hopfen in den Gährbottich gefüllt und mit Hefe gestellt, wenn sie auf 25° abgekühlt ist. Es tritt sofort eine heftige Obergährung ein, so dass bereits 24 Stunden nach dem Beginn des Einmaischens das Bier zum Gebrauch fertig ist. Das Bier zeichnet sich durch die Bildung einer reichlichen und brauchbaren Hefe aus.

Amerikanische Biere.

Die Bereitung des Bieres ist schon seit langer Zeit in Amerika bekannt. Wahrscheinlich wurde dort schon vor Jahrhunderten Bier aus Fichtensprossen, sowie aus Maismalz hergestellt. Englische Brauer gingen um 1620 nach Virginia, und im Jahre 1637 wurde die erste Brauerei in Virginia gegründet, der bald andere folgten. Doch ist erst seit ungefähr 30 Jahren eine hervorragende Entwickelung des Brauwesens eingetreten. Um 1840 wurden untergährige Biere eingeführt, und zwar zuerst in Philadelphia. Dort entstanden grossartige Brauereien, die mit den vorhandenen Alebrauereien erfolgreich konkurrirten. Noch bedeutender ist die Produktion von Lagerbier jedoch im Westen Amerikas. Die Brauereien in Chicago, Cincinnati und St. Louis stehen den Wiener und Münchener Brauereien wohl kaum nach.

Die Verwendung von Mais zum Bierbrauen hat jedenfalls in Amerika bereits die grösste Ausdehnung gewonnen.

Anwendung von Rohfrucht zum Brauen von Bier (Rohfruchtbrauerei).

Da das Gerstenmalz bedeutend mehr Diastase als zur Verwandlung des Stärkemehls in Maltose und Dextrin nöthig ist, enthält, so findet bei vielen Bieren ein Zusatz von ungemälztem Getreide statt. Obwohl sich beim Mälzen ein Verlust von ungefähr 8 % extraktliefernder Substanz ergibt, werden doch Gerste, Weizen, Roggen und Hafer seltener ungemälzt verwendet, weil sie erstens durch Einweichen und Trocknen von herben und bitteren Extraktivstoffen zu befreien sind und überdies viel feiner geschrotet werden müssen, um eine vollständige Auflösung des Stärkemehls beim Maischen zu ermöglichen. Hierzu kommt, dass ungemälztes Getreide weder Farbe noch Aroma gibt, also niemals Biere von bayerischem Geschmack und Geruch damit erzeugt werden können.

Häufiger als ungemälztes Getreide werden jetzt billigere, stärkereiche Materialien, wie **Reis**, **Mais**, **Kartoffeln**, **Runkelrüben** etc., verwendet. Die fortwährend steigenden Preise des Getreides, der Arbeitslöhne und Abgaben regten schon 1662 in England zur Herstellung von Maisbier an. Dasselbe gewann indessen keine Verbreitung, und die Versuche wurden erst im Anfang dieses Jahrhunderts in Europa von Neuem begonnen, und von verschiedenen Fabrikanten Patente zur Erzeugung von Maisbier genommen. Seit 1850 braut L. Häcker (Ungarisch-Altenburg) nach einem von ihm erfundenen Verfahren ein vorzügliches Bier mit Zusatz von Mais.

Bei den verschiedenen meist patentirten Brauverfahren zur Erzeugung von **Maisbier** wird sowohl Dekoktion wie Infusion angewendet; nur muss man immer berücksichtigen, dass Mais- ebenso wie Reisstärke widerstandsfähiger gegen die Diastase ist, als Gersten- oder Malzstärke, und erst bei 70° verzuckert wird. Das zur Anwendung kommende Maismehl muss stets frisch sein, da das im Keimling enthaltene Fett sich nach einiger Zeit verändert und den Bieren einen kratzenden Geschmack gibt. In Amerika wird aus diesem Grunde der Mais vor dem Mahlen geschält und entkeimt. Nicht geschälter und entkeimter Mais gibt beim Abläutern einen eiweiss- und fettreichen Oberteig, der als werthvolles Viehfutter geschätzt ist.

Der Zusatz von Mais soll höchstens 30 % betragen und kann in derselben Weise erfolgen, wie weiter unten beim Reismehl angegeben ist.

Wegen seines Stärkegehaltes von 80 bis 96 % findet der **Reis** vielfach in Deutschland Anwendung; derselbe eignet sich besonders zur Herstellung feiner lichter Biere für den überseeischen Transport. Da nämlich beim Maischen der Rohfrucht bedeutend weniger stickstoffhaltige Substanzen in Lösung gehen, als beim Malze, so gewinnt das Bier durch Zusatz von Reismehl ungemein an Haltbarkeit. Die Menge des zugesetzten Reismehles wird von den Brauern sehr verschieden berechnet. Einige geben 1 Thl. Reismehl auf 3 bis 5 Thle. Malzschrot, andere halten 30 % der Schüttung für zulässig.

Der Zusatz des Reismehles findet nach **Windisch** am zweckmässigsten in folgender Weise statt:

a) Der mit Wasser gut durchgemischte Braureis wird in der Pfanne mit etwas Malzschrot langsam aufgewärmt, schliesslich zum Kochen erhitzt und verkleistert. Der erhaltene wässerige Stärkekleister dient als Zubrühflüssigkeit, mit welcher die Malzmaische im Bottich auf 35°

aufgebrüht wird. Hierauf arbeitet man nach dem gewöhnlichen Dickmaischverfahren weiter.

b) Verwendet man nicht allzuviel Reis, so wird der Reis zur ersten Dickmaische bei 70 bis 75° gestreut, wobei die Bildung von Klumpen zu vermeiden ist. Die Temperatur wird 20 bis 30 Minuten erhalten, dann erhitzt man zum Kochen und verfährt wie gewöhnlich. Ein Zusatz von Reis zur zweiten Dickmaische ist weniger zu empfehlen, beim Verarbeiten grösserer Mengen Reis jedoch nicht zu vermeiden. Man kann den Reisgries auch vorher in einem kleinen Bottich mit warmem Wasser oder mit warmer Dünnmaische aus der Pfanne gleichmässig durcharbeiten und dann diese Reismaische in mässigem Strahl zur Dickmaische bei 70 bis 75° zulaufen lassen.

c) Beim Arbeiten nach dem Kesselmaischverfahren teigt man den vorher verkleisterten Reis mit Malzschrot ein und arbeitet wie gewöhnlich, hält aber die Temperatur von 60 bis 65° etwas länger als sonst.

Vielfach wird bis zu 25% Hopfen für 1 Zentner Reis mehr verwendet, als für den Zentner Malz; doch ist auch in manchen Gegenden gerade der milde Geschmack des Reisbieres beliebt.

Da Reisbiere hoch vergähren, wird die Gährung kalt geführt und das Jungbier in klarem Zustand in das Fass gegeben.

In Reis- sowie in Maiswürzen artet die Hefe schneller aus und muss öfter gewechselt werden.

Bei der Verwendung von Kartoffeln empfiehlt Siemens, dieselben erst zu zerreiben und den erhaltenen Brei mehrmals auszuwaschen, um das unangenehm riechende und schmeckende Fruchtwasser zu entfernen. Die Stärke kann dann nass oder getrocknet der Maische zugesetzt werden. Nach den von Siemens gemachten Erfahrungen soll das Bier weder an Güte noch an Haltbarkeit verlieren, selbst wenn die Hälfte des Malzes durch Kartoffelstärke ersetzt wird.

Eigenschaften des Bieres. Die charakteristischen Bestandtheile des Bieres sind:

1. Extrakt d. i. die nicht flüchtigen Bestandtheile: Dextrine, Isomaltose, Gummi, Proteïne, Glycerin, Hopfenbestandtheile. Der Extraktgehalt beträgt ca. 4 bis 6% (Balling).

2. Alkohol in einer Menge von 2,5 bis 8,2%.

3. Kohlensäure, von der untergähriges Bier ca. 0,3%, obergähriges bis das Doppelte enthalten kann.

Von Mineralstoffen sind höchstens 0,3% vorhanden.

Einige typische Zusammensetzungen zeigt die Tabelle:

Bestandtheile	Weissbier	Lagerbier	Bayrisches Exportbier
Alkohol	3,57	3,84	4,78
Extrakt	5,62	6,15	10,64
Maltose	1,53	1,70	3,23
Dextrin	2,64	2,49	5,31
Glycerin	–	–	0,099
Milchsäure	0,17	0,137	0,147
Proteïn	0,38	0,50	0,65
Mineralstoffe	0,112	0,203	0,294
Phosphorsäure	–	0,068	0,116
Würzekonzentration	12,49	13,57	19,56
Wirklicher Vergährungsgrad	–	52,7	45,44

Die grossen Unterschiede in der Konzentration verschiedener Biere zeigt folgende Tabelle:

Nr.	Bezeichnung der Biere	SG. 17,5°	Alkohol %	Extrakt %	Stammwürze %
1	Münchener Hofbräuhaus . . .	1,0170	3,70	5,87	12,61
2	Münchener Spatenbräu	1,0207	3,23	6,61	12,66
3	Münchener Zacherl	1,0190	3,80	6,49	13,75
4	Münchener Salvator	1,0280	4,64	9,08	17,80
5	Weihenstephaner Exportbier . .	1,0180	3,20	6,75	13,51
6	Münchener Spaten-Tafelbier . .	1,0360	7,00	10,35	24,35
7	Münchener Bock	1,0206	4,20	7,10	15,50
8	Kulmbacher Export	1,0228	4,00	7,38	15,38
9	Münchener Weissbier	1,0129	3,51	4,73	11,75
10	Berliner Weissbier	1,0133	3,91	4,85	12,67
11	Wiener Lagerbier	1,0176	3,62	6,01	13,25
12	Pilsener	1,0130	3,47	4.97	11,91
13	Braunschweiger Mumme . . .	1,2368	2,32	56,98	61,60
14	Lichtenhainer Bier	—	3,17	4,48	10,82
15	Goslarsche Gose	1,02	5,00	4,30	14,30
16	Nordfranzösisches Bier		3,20	4,04	10,44
17	Amsterdamer Bier		4,30	7,00	11,60
18	Schwedisches Bier	1,0200	3,60	6,76	13,67
19	Belgisches Lambic	1,0033	5,94	3,30	15,10
20	Belgisches Faro	1,0130	4,33	5,1	13.70
21	Bass' Ale, Burton on Trent . .	1,0138	6,15	6,87	19,10
22	Dublin Stout	1,0116	7,23	6,15	20.60
23	Amerikanisches Bier	1,0192	5,89	6,45	17,50
24	Bockbier aus Santander in Spanien	1,0068	6,33	4.24	16,20

B. C. Niederstadt (Allgem. Brauer- und Hopfenztg. 1893) theilt folgende Analysen mit:

Herkunft des Bieres	Alkohol Gew. %	Alkohol Vol. %	Extrakt	Maltose	Asche	Phosphorsäure	Freie Säure	Stammwürze
Porter, Haake & Co., Bremen .	4,94	6.17	11,53	—	0,446	0,082	0,45	21,43
M. Hoff, Malzextrakt, Hamburg	3,12	3,90	10,72	1,99	0,248	0,084	–	16,98
Joh.Höbold, Malzexportlagerbier	3,12	3.90	6.52	1.05	0.199	0,053	–	12,78
Joh. Hoff's Malzgesundheitsbier	4,12	5.16	8,27	1.90	0.222	0.112	—	16,53
Brauhaus Hammonia, Lagerbier	3,49	4.31	6,98	0,51	0,210	0,077	0,198	13,96
F. F. Doppelbraunbier, Löwenbrauerei	1.48	1.85	4.58	1.11	0,134	–	0,279	7,56
Prälatenbräu, Löwenbrauerei .	4,40	5.50	6.06	0,94	0,231	0,092	0,315	14,88
Pilsener Bier, Löwenbrauerei .	4,17	5.21	5.85	0,67	0,239	—	0,405	14,19
Bürgerliches Brauhaus, Pilsener Exportbier	4,16	5.20	5,17	0,53	0,205	0,089	0,320	13,51
Königl. bayer. Staatsbierbrauerei, Exportbier, Weihenstephan .	3,24	4.05	7,66	2,13	0,216	0,099	—	14,16
Isarbrauerei, München, Exportbier	3,92	4.90	6,50	–	0,272		–	—
Braunbier, Löwenbrauerei, Aktiengesellschaft, Hamburg .	1,48	1.85	4,58	1,11	0,134	0,052	0,297	7,56

Herkunft des Bieres	Alkohol Gew.-%	Alkohol Vol.-%	Extrakt	Maltose	Asche	Phosphorsäure	Freie Säure	Stammwürze
Löwenbräu, Dortmunder Brauerei	4,48	5,60	5,02	1,19	0,231	0,075	0,27	14,00
Pilsener Bier, Hammoniabrauerei	3,36	4,26	6,63		0,224	0,071	—	13,37
Klosterbräu, Hammoniabrauerei, Hamburg	3,76	4,70	7,54		0,244	0,081	0,30	15,08
Exportlagerbierbrauerei, Einbeck, Provinz Hannover	4,00	5,00	5,12	—	0,214	0,042	0,15	13,14
Nürnberger Exportbier, Gebrüder Lederer, Nürnberg	4,08	5,10	6,55	0,72	0,235	0,075	—	14,73
Exportbier Weihenstephan, bayr. Staatsbrauerei	3,24	4,05	7,66	2,13	0,219	0,091	-	14,16
Spatenbräu, Gabriel Sedelmayer, München	4,16	5,20	5,70	1,36	0,215	0,078	—	14,04
Exportbier, Gabriel Sedelmayer, München	4,40	5,50	5,44	1,15	0,206	0,086	—	14,26
Helles Exportbier, Aktienexportbierbrauerei, Kulmbach	5,05	6,30	5,74	1,36	0,286	0,084	0,150	15,84
Dunkles Kulmbacher, Exportbieraktienbrauerei	5,30	6,60	8,74	1,32	0,314	0,086		19,36
Kräutermalzgesundheitsbier, W. Kruse & Co., Hamburg	2,16	2,70	6,16	—	0,158	Schwefelsäure 0,031		10,50

A. Sammereier hat Münchener Salvatorbiere untersucht:

	Löwenbräu	Hackerbräu	Spatenbräu	Salvatorbräu	Zacherlbräu
	%	%	%	%	%
Extraktgehalt, wirklicher	9,97	9,45	11,7	10,43	10,6
Extraktgehalt, scheinbarer	7,95	7,55	10,5	8,5	8,8
Alkohol (Gewichtstheile)	4,53	4,26	3,69	4,29	4,2
Vergährungsgrad:					
a) scheinbarer	56,9	56,7	45,9	53,9	51,5
b) wirklicher	45,9	45,8	37,1	43,4	41,6
Maltose [1]	2,91	2,5	3,6	3,53	3,83
Ursprünglicher Extraktgehalt	18,44	17,45	18,6	18,43	18,16

Der Farbentiefe nach reihen sich die fünf Salvatorbiere in folgender Weise an einander: 1. Spatenbräu, 2. Hackerbräu, 3. Zacherlbräu, 4. Löwenbräu und 5. Salvatorbräu, welches die grösste Farbentiefe besitzt.

Englische obergährige Biere besitzen nachstehende spezifische Gewichte:

	SG.	Saccharimetergrade
Burton Ale	1,092 bis 1,120	18,6 bis 28
Gewöhnliches Ale	1,058 bis 1,073	14,3 bis 17,7
Porter (gewöhnlicher bis bester brown stout)	1,050 bis 1,072	12,4 bis 17,5
Gewöhnliches Nachbier	1,014	3,6
Gutes Tafelbier	1,033 bis 1,039	8,3 bis 9,8

[1]) Ch. Z. **1893**. 315. Nach Lintner besteht der Zucker im Extrakt aus Isomaltose, geringen Mengen Maltose, Dextrose und Lävulose.

Der Farbe nach unterscheidet man:

a) weisse Biere, die nur in den seltensten Fällen aus ungedarrtem Schwelchmalz bereitet werden;
b) lichte Biere aus mässig ausgedarrtem Malz: Pilsener Bier; die Bereitung erfordert grosse Sorgfalt;
c) goldgelbe Biere aus Malz, das zwischen 72 bis 85° gedarrt ist: Wiener Bier;
d) braune Biere aus stark abgedarrtem Malz (94°): Bayerisch Bier;
e) schwarze Biere werden mit Farbmalz oder Karamel gefärbt: Porter, Bock, Samec (Böhmen) etc.

Fehlerhaft gebraute Biere

sind meist trübe. Man hat zu unterscheiden zwischen Trübung durch: Bakterien oder Hefe, Stärke, Eiweissstoffe (Glutin), Harz.

Die beiden erstgenannten Trübungen finden am häufigsten statt. Die Hefetrübungen rühren oft von wilder Hefe, speziell Saccharomyces Pastorianus III. (vergl. Jörgensen l. c.) her und sind in diesem Fall durch Anwendung von reinen Kulturhefen zu vermeiden. Indessen tritt die Erscheinung auch bei Kulturhefen ein, wenn Fehler im Betriebe vorgekommen sind und insbesondere die Würze nicht normale Beschaffenheit zeigt; es muss alsdann ein Spähnen und Aufkräusen stattfinden. Von Bakterien rufen insbesondere die Sarcina-Organismen eine Trübung hervor. Die Hefen und Bakterien veranlassen meist ein Verderben des Bieres.

Die Stärkekleistertrübung hat ihren Grund in der unvollkommenen Verzuckerung der Stärke durch die Diastase resp. im Anschwänzen bei zu hoher Temperatur. Die trübenden Bestandtheile sind lösliche Stärke und Dextrine, die sich in der heissen Würze gelöst haben und durch das Abkühlen wieder ausgeschieden sind. Reines Malzmehl hebt die Kleistertrübung auf.

Glutintrübung wird durch Proteïnstoffe bedingt und tritt namentlich bei sehr proteïnreicher Gerste und unvollkommen gedarrtem Malz ein. Sie geht bei gelindem Erwärmen fort.

Seltener sind Harztrübungen, die auf den Gebrauch von unreifem Hopfen zurückzuführen sind und aus Hopfenharz bestehen.

Durch Zusatz von Gelatine oder Hausenblase (Schönen) lassen sich die drei letztgenannten Trübungen beseitigen.

Der Geschmack fehlerhafter Biere ist bitter, wenn zu viel Hopfen verwendet wurde, die Hefe durch Saccharomyces Pastorianus I verunreinigt war oder zu lange gekocht wurde; schal, wenn das Bier zu wenig Kohlensäure enthält; es neigt in diesem Fall zum Verderben; pechartig, wenn schlechtes Pech verwendet wurde oder die Fässer schlecht gepicht waren; hefeartig, wenn die Lagerzeit zu kurz war; dumpfig, wenn der Gähr- und Lagerkeller nicht hinlänglich rein gehalten wurde.[1]

Untersuchung. Im Wesentlichen findet die Bestimmung der Einzelbestandtheile des Bieres nach den von bayerischen Chemikern vereinbarten Methoden statt (vergl. Böckmann 2. 314).

1. Bestimmung des spezifischen Gewichtes. Das Bier wird durch Schütteln möglichst von Kohlensäure befreit und auf die Messtemperatur von 15° gebracht. Man benutzt dann zur Bestimmung des S.G. die Mohr-Westphal'sche Wage oder das langhalsige Pyknometer. Eine genaue Bestimmung des spezifischen Gewichtes ist unerlässlich, da alle Resultate in Gewichtsprozenten gegeben werden und zu vielen Bestimmungen die zu untersuchende Menge abgemessen wird.

2. Bestimmung des Alkohols. 75 ccm durch Schütteln möglichst von Kohlensäure befreites Bier werden so lange der Destillation unterworfen, bis ungefähr zwei Drittel übergegangen sind. Als Vorlage dient ein langhalsiger, mit einer Skala am Halse versehenes Pyknometer für 50 ccm, dessen Rauminhalt für jeden Grad der Skala genau kalibrirt ist. Reicht das Destillat ungefähr bis in die Mitte dieser Skala, so wird die Destillation unterbrochen, die Temperatur auf 15° gebracht und das Volumen der vorhandenen Flüssigkeit direkt abgelesen. Durch Wägung des Pyknometers ermittelt man das spezifische Gewicht des alkoholischen Destillates und reduzirt dieses nach der Alkoholtabelle von G. Holzner

auf Alkoholgewichtsprozente. Stark saures Bier muss vor der Destillation annähernd neutralisirt werden.

Wenn D das Gewicht des Destillates, a den Prozentgehalt des Destillates an Alkohol und g die angewandte Menge des Bieres bezeichnen, so ist der Alkoholgehalt $\frac{D \cdot a}{g}$.

3. Bestimmung des Extraktes. 75 ccm Bier werden in einem Bechergläschen genau gewogen, auf dem Wasserbade bei 90° nicht überschreitender Temperatur bis ungefähr auf ein Drittel des ursprünglichen Volumens eingedampft und nach dem Erkalten durch Zusatz von destillirtem Wasser genau auf das ursprüngliche Gewicht gebracht. In der sorgfältig gemischten Flüssigkeit wird das spezifische Gewicht bestimmt und hieraus nach einer von Schultze aufgestellten Tabelle der Extraktgehalt in Prozenten ermittelt und als Prozent Extrakt Schultze (E) bezeichnet.

4. Bestimmung der Asche. 100 ccm Bier werden in einer gewogenen Platinschale auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft und der Rückstand bei niederer Temperatur verkohlt. Die mit einem Pistill fein zerdrückte Asche wird durch dreimaliges Ausziehen mit heissem Wasser von den löslichen Salzen befreit und nach dem Trocknen weiss gebrannt. Hierzu wird die wässerige Lösung der Salze gesetzt und nach dem Eindampfen derselben der Rückstand nochmals schwach geglüht.

5. Bestimmung der Proteïnstoffe. 50 ccm Bier werden in einem Kolben bis zur Extraktdicke eingedampft und nach Kjeldahl's Methode mit konzentrirter Schwefelsäure erhitzt. Der gefundene Stickstoff gibt, mit 6,25 multiplizirt, die Menge der im Bier enthaltenen Proteïnstoffe an. Ein geringerer Gehalt als 0,65% lässt auf Verwendung von Malzsurrogaten schliessen.

6. Bestimmung der Kohlensäure. 100 ccm Bier werden in einem Glaskolben, der mit einer ammoniakalische Chlorbaryumlösung enthaltenden Vorlage luftdicht verbunden ist, längere Zeit bis zum beginnenden Kochen erhitzt, der sich in der Vorlage abscheidende kohlensaure Baryt wird schnell abfiltrirt, mit heissem Wasser ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

7. Bestimmung der freien Säure. Ausser der Kohlensäure kommen im normalen Bier noch Milchsäure, höchst geringe Mengen von Essigsäure und Spuren von Bernsteinsäure vor.

Zur Bestimmung derselben werden 100 ccm durch Schütteln oder Erwärmen bis auf 40 bis 50° von Kohlensäure befreites Bier mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt, 10 ccm titrirte Schwefelsäure und einige Tropfen Korallinlösung hinzugefügt und hierauf mit Barytwasser titrirt. Zieht man von der verwendeten Menge Barytwasser die zur Neutralisation der 10 ccm Schwefelsäure nothwendige Menge ab, so ergibt sich aus dem Mehrverbrauch die im Bier enthaltene freie Säure, die für gewöhnlich als Milchsäure berechnet wird. Wenn der Gehalt an Milchsäure weniger als 0.11% beträgt, so ist das Bier der Neutralisation dringend verdächtig, die sich auch aus der Quantität und Zusammensetzung der Asche ergeben würde.

8. Bestimmung des Zuckers und Dextrins. 25 ccm durch Erwärmen von Kohlensäure befreites Bier werden nach dem Erkalten in einem Becherglase mit 50 ccm Fehling'scher Lösung vermischt, zum Sieden erhitzt und 4 Minuten darin erhalten. Das abgeschiedene Kupferoxydul wird auf einem Soxhlet'schen Asbestfilter gesammelt, mit siedendem Wasser ausgewaschen, getrocknet und im Wasserstoffstrome durch Glühen reduzirt. 1 Thl. wasserfreie Maltose entspricht 1,13 Thln. Kupfer.

Da eine direkte Methode zur Bestimmung des Dextrins bis jetzt nicht existirt, so wird dasselbe durch Kochen mit verdünnten Säuren in Traubenzucker übergeführt.

9. Bestimmung der Phosphorsäure. Die Bestimmung der Phosphorsäure gewährt einen sicheren Anhaltspunkt, ob zur Bereitung des Bieres nur Gerstenmalz oder auch andere Materialien, wie Kartoffelzucker, Glycerin etc., die keine Phosphorsäure enthalten, genommen worden sind. Es sollte daher bei geringeren Bieren der Gehalt an Phosphorsäure bei 0,2% Asche mindestens 0,06% betragen, bei gehaltreicheren dagegen 0,07 bis 0.1%. Die Bestimmung der Phosphorsäure geschieht wie folgt: 100 ccm Bier werden in einer geräumigen Platinschale mit Barytwasser bis zur deutlich alkalischen Reaktion versetzt, eingedampft und bis zum Weisswerden der Asche geglüht. Die so erhaltene Asche wird in

Salpetersäure gelöst und in dieser Lösung die Phosphorsäure durch Fällen mit molybdänsaurem Ammoniak bestimmt, wobei man besonders darauf zu achten hat, dass der gelbe Niederschlag möglichst vollständig auf das Filter gebracht wird.

10. Bestimmung des Glycerins. Die quantitative Bestimmung des Glycerins, das häufig als Verbesserungsmittel sauer und schal schmeckenden Bieren zugesetzt wird, führt man zweckmässig nach der von Clausnitzer (Fr. **20**. 58) angegebenen Methode aus. Das Bier wird auf dem Wasserbade in einer tarirten Schale erwärmt, nach dem Entweichen der Kohlensäure mit gelöschtem Kalk versetzt, zum Syrup eingedampft und nach Zugabe von gepulvertem Marmor unter häufigem Umrühren völlig getrocknet. Der Inhalt der Schale wird zu Pulver zerrieben und ein abgewogener Theil in einem Extraktionsapparate mit Alkohol extrahirt. Der alkoholische Auszug wird nach dem Erkalten mit Aether versetzt, der entstandene Niederschlag nach einstündigem Stehen durch ein kleines Filter in ein gewogenes Kölbchen abfiltrirt und Niederschlag und Filter mit Aether-Alkohol ausgewaschen. Das fast farblose Filtrat wird durch schwaches Erwärmen von Alkohol und Aether befreit und der Rückstand so lange getrocknet, bis die Gewichtsabnahme höchstens 0,002 g beträgt. Da das Bier von Natur 0,07 bis 0,25 % Glycerin enthält, so dürfte ein höherer Gehalt als 0,40 % als Verfälschung zu betrachten sein.

Das Verhältniss des Alkohols zum Glycerin ist im normalen Bier nach Borgman ein nahezu konstantes. Es verhält sich im Mittel wie 100 : 4,803.

11. Ermittelung des ursprünglichen Extraktgehaltes der Würze und des wirklichen Vergährungsgrades. Der Extraktgehalt der Stammwürze wird aus dem Extrakt- und Alkoholgehalt des Bieres nach folgender Formel berechnet:

$$e = \frac{100\,(E + 2{,}0665\,A)}{100 + 1{,}0665\,A},$$

wenn E der Extrakt des Bieres, A der Alkohol-, e der Extraktgehalt der Stammwürze ist.

Der Vergährungsgrad des Bieres, d. h. das Verhältniss der wirklichen Attenuation zum Extraktgehalt der Würze wird nach der Formel:

$$V = 100\left(1 - \frac{E}{e}\right)$$

berechnet, wobei 100 den Vergährungsgrad für den Fall bezeichnet, dass der Extrakt vollkommen vergohren wäre. E bezeichnet den Extraktgehalt des Bieres, e den der Stammwürze. Der wirkliche Vergährungsgrad eines Bieres soll mindestens 48 % des ursprünglichen Extraktgehaltes betragen.

12. Bestimmung der schwefligsauren Salze. 200 ccm Bier werden nach Zusatz von etwas Phosphorsäure abdestillirt und das Destillat in vorgelegter Jodlösung aufgefangen. Ist etwa die Hälfte überdestillirt, so wird das von Jod noch gefärbte Destillat mit Salzsäure angesäuert, zum Sieden erhitzt und heisse Chlorbaryumlösung hinzugesetzt. Liefert ein Bier mehr als 0,01 g $BaSO_4$ auf 200 ccm, so ist der Zusatz von Sulfiten unzweifelhaft. Sind dieselben nicht im Biere vorhanden, so entsteht durch Chlorbaryum kein Niederschlag, sondern höchstens eine schwache Trübung.

13. Ueber den Nachweis von Saccharin und Salicylsäure vergl. Böckmann (l. c.).

14. Nachweis fremder Bitterstoffe. Um schnell zu erkennen, ob ein Bier Hopfen oder fremden Bitterstoff enthält, kann man sich nach Dietsch folgenden Verfahrens bedienen: Fügt man zu Bier so lange Bleiessig hinzu, bis kein Niederschlag mehr entsteht, so hat die über demselben stehende klare Flüssigkeit keinen bitteren Geschmack mehr, wenn nur Hopfen darin war, während bei allen sonstigen Bitterstoffen die Flüssigkeit bitter bleibt. Bleiessig fällt das Hopfenbitter, die anderen Bitterstoffe nicht.

Kocht man ferner Bier auf ein Drittel seines Volumens ein und versetzt es noch heiss mit etwas Kochsalz, so entwickelt sich der Geruch des Hopfens und etwa vorhandener bitterer Pflanzenstoffe sehr deutlich.

Das Vorkommen fremder giftiger Bitterstoffe im Biere ist besonders in Deutschland sehr selten. Wermuthkraut (Absynthiin), Biberklee (Menyanthin), Enzianwurzel (Gentiopikrin), Quassiaholz (Quassiin), Aloë (Aloïn), Herbstzeitlose (Colchicin), Kokkelskörner (Pikrotoxin), Krähenaugen (Strychnin, Brucin), Coloquinthen (Colocynthin) und Pikrinsäure sind die Bitterstoffe,

welche als Surrogate des Hopfens dienen sollen. Der Nachweis derselben wird nach der von Dragendorff-Wittstein angegebenen Methode ausgeführt.

Um Pikrinsäure im Bier sicher nachzuweisen und quantitativ zu bestimmen, hat Fleck ein Verfahren angegeben.

Zum schnellen Nachweis des Pikrotoxins kann man sich des Verfahrens von Palm bedienen (ib. 1887, 257).

Verfälscht wird das Bier vor Allem durch Zusatz von Wasser, Zucker, Glycerin, Zuckerkouleur etc.

Vergleich des Branntweins und Bieres in physiologischer Beziehung.

Die Wirkung des Branntweins auf den menschlichen Organismus fällt, wie J. Rosenthal (Bier und Branntwein. Berlin 1893) ausführt, mit derjenigen des Alkohols zusammen. Die Nebenbestandtheile der verschiedenartigen Spirituosen ändern seine Wirkung nur unerheblich ab. Anders ist es beim Bier. Bei der Bereitung des Bieres werden zwar gleichfalls stärkehaltige Stoffe, wie Gerste, Weizen, Reis, Mais etc. durch Einmaischen in Zucker und dieser dann durch Gährung in Alkohol übergeführt, doch ist der Alkoholgehalt des Bieres ein wesentlich geringerer[1], und in dem Getränk verbleiben noch andere Stoffe, welche eine günstige Wirkung auf den Organismus ausüben. Allerdings sind diese Stoffe nur in geringen Mengen im Bier vorhanden[2] und lassen sich billiger und bequemer in anderen Formen beschaffen, so dass das Bier nicht als Nahrungsmittel von irgend welcher Bedeutung, sondern gleich dem Branntwein nur als alkoholisches Genussmittel anzusehen ist.

Der Alkohol könnte ja mit einigem Recht zu den Nahrungsmitteln gerechnet werden, wenn man den geringen Theil berücksichtigt, der im Körper zu Kohlensäure und Wasser verbrennt, nachdem ein Theil des aufgenommenen Alkohols durch die Lunge, Haut etc. ausgeschieden wurde. Dabei muss aber immer beachtet werden, dass ein stärkerer Genuss von Alkohol den Verlauf aller Lebenserscheinungen so störend beeinflusst, dass die nährende Wirkung dagegen gar nicht in Betracht kommen kann. Gelangt der Alkohol aus dem Magen durch Resorption in das Blut, so machen sich seine Wirkungen sehr schnell im ganzen Körper geltend, besonders aber im Gehirn. Die Thätigkeiten desselben werden gesteigert, der Gedankengang wird lebhafter, die Phantasie reger, Muskelbewegungen werden leichter ausgeführt und Anstrengungen besser ertragen. Aber dies Alles zeigt sich nur, wenn die Dosis klein ist; und die Wirkung ist überhaupt nur eine flüchtige und vorübergehende. Das angezündete Strohfeuer ist bald erloschen, um so schneller, je weniger Vorrath an wirklich leistungsfähigem Material der Körper zur Verfügung hatte. Nur ein gut genährter Mensch mit kräftigem Muskelbau kann bei beginnender Ermüdung durch einen Schluck Branntwein seine Leistungsfähigkeit vorüber-

---

[1] Der Alkoholgehalt ist im

Bier	3,8 bis 8,2
Wein	9,9 bis 19,6
Branntwein	49 bis 77

[2] Der Extraktgehalt beträgt ca. 6 bis 10%.

gehend steigern. Aber es darf nicht vergessen werden, dass er dann auch mehr von den Stoffen verbraucht, durch deren Umsetzung er überhaupt Arbeit leistet, und dass er, um weiter leistungsfähig zu bleiben, den dadurch veranlassten grösseren Stoffverbrauch durch gute, nahrhafte Kost ersetzen muss.

Ganz ähnlich verhält es sich mit der erwärmenden Wirkung des Alkohols. Das Gefühl der Wärme, welches entsteht, wenn das Blut aus dem Innern des Körpers reichlicher in die Haut strömt, hat einen grösseren Wärmeverlust und damit eine Abkühlung des Körpers zur Folge, welche durch vermehrte Wärmeproduktion wieder ausgeglichen werden muss. Ist reichliches Nahrungsmaterial vorhanden, und kann der Körper den grösseren Verbrauch, zu dem er sich durch das Reizmittel angefeuert hat, durch eine kräftige Mahlzeit wieder einbringen, so ist der Schaden bald wieder ausgeglichen. Anders aber, wenn ein schlecht ernährter Mensch dasselbe Mittel anwendet. Die Wirkung wird zunächst dieselbe sein. Die Erregung des Nervensystems befähigt ihn, noch etwas von seiner Kraft herzugeben, das unangenehme Kältegefühl wird verscheucht. Da er aber nicht viel zuzusetzen hatte, erlahmt er bald wieder und greift von Neuem zur Flasche; das Mittel leistet weniger, er ist gezwungen, es in immer kürzeren Pausen anzuwenden und wird so zum Gewohnheitstrinker. Das Reizmittel, die Arznei ist jetzt zum Gift geworden, welches allmählich den körperlichen und geistigen Ruin herbeiführt.

Wenn die traurigen Folgen des Alkoholmissbrauches hauptsächlich und fast ausschliesslich durch den Genuss von Schnaps, viel seltener durch den von Wein und am allerseltensten durch den von Bier herbeigeführt werden, so liegt es nicht allein daran, dass Schnapstrinker meist absolut genommen viel grössere Mengen von Alkohol geniessen, sondern wird speziell dadurch bewirkt, dass Alkohol in konzentrirter Form viel schädlicher als in verdünnter wirkt: starke Schnäpse greifen die Schleimhäute des Magens und Darmkanals an und stören die Verdauung.

Der Trinkbranntwein, welcher meist durch Verdünnen von hochgradigem Sprit mit Wasser hergestellt wird, enthält neben dem Aethylalkohol auch noch geringe Mengen von Amyl-, Propyl- und Butylalkohol. Diese gewöhnlich unter dem Namen Fuselöl zusammengefassten Alkoholarten lassen sich nicht vollständig durch den Rektifikationsprozess abscheiden und galten früher für besonders gesundheitsgefährlich. Auf Grund neuerer Untersuchung ist aber erwiesen, dass Amyl- und andere Alkohole physiologisch nicht wesentlich anders wirken als reiner Aethylalkohol. Der Schnaps bleibt immer gleich schädlich, gleichgültig, ob er etwas weniger oder mehr Fuselöl enthält, wie dies bei den im Kleinbetrieb hergestellten, nicht rektifizirten Branntweinen der Fall ist.

Wenngleich, wie oben erwähnt, das Bier kein Nahrungsmittel ist, da der Extraktgehalt ein zu geringer ist, so stellt es durch die glückliche Mischung seiner Bestandtheile ein Genussmittel dar, welches den verschiedenen Bedürfnissen des Organismus auf das beste entspricht. Sein Gehalt an Hopfen verleiht ihm die Wirksamkeit eines werthvollen Gewürzes, denn die Hopfenbitterstoffe gehören zu den besten Gewürzen, da sie die Nerven der Verdauungsorgane kräftig

anregen, ohne sie abzustumpfen. Der Genuss eines solchen leicht bitteren, aromatischen Getränkes von geringem Alkoholgehalt wirkt daher in vielen Fällen nützlich zur Hebung des Ernährungszustandes bei Rekonvalescenten wie auch für Gesunde, welche angestrengt arbeiten müssen. Weiterhin hat der Biergenuss nicht in demselben Grade, wie dies bei dem Schnapsgenuss der Fall ist, in sich selbst einen physiologischen Grund, der zu seiner immer wiederholten Anwendung und damit zum Uebermass führt.

Thatsächlich ist das Bedürfniss nach alkoholischen Genussmitteln zu allen Zeiten und bei allen Völkern vorhanden gewesen und erklärt sich zum Theil aus sozialen und wirthschaftlichen Verhältnissen, wie Ueberbürdung und ungenügende Ernährung.

Um nun Missbrauch der Alkoholika, besonders den verderblichen Schnapsgenuss zu verhüten, muss Alles vermieden werden, was die Ernährung der arbeitenden Klassen erschwert; hingegen ist der Genuss billigen, nicht alkoholreichen Bieres zu begünstigen, wie es nur von kleineren, überall zerstreuten Brauereien geliefert werden kann. Denn mit Recht wird behauptet, das Bier sei einer der wichtigsten Hebel des Kulturfortschrittes, da es den barbarischen und zivilisationsfeindlichen Schnaps verdränge und seine milde Wirkung an die Stelle des verderblicheren und gefährlicheren setze.

Wirthschaftliches. Produktion. Zur Zeit produzirt das Deutsche Reich am meisten Bier[1]). Nach den amtlichen Nachweisungen ergeben sich für Produktion und Umfang der Brauereien folgende Zahlen:

Grossbritannien und Irland hat seine Produktion insbesondere von 1889 an[2]) so gesteigert, dass es an zweiter Stelle zu nennen ist.

Die Biererzeugung war im Jahr:

	Barrels[3])	Hektoliter	Zuckerverbrauch der Brauereien Cwts.
1881	27 469 267	44 774 470	1 125 342
82	27 550 197	44 909 710	1 142 187
83	27 364 981	44 604 920	1 126 353
84	28 129 784	45 851 550	1 186 079
85	27 604 413	44 995 190	1 285 579
86	27 642 988	45 168 642	1 346 689
87	28 239 984	46 144 134	1 488 866
88	28 417 780	46 434 652	1 582 721
89	30 402 298	49 677 355	1 865 884
90	31 835 594	52 019 360	1 994 760
91	32 236 968	52 675 204	1 045 524

Die Zahl der Brauereien betrug im Durchschnitt 1885/89 12 870.

In Nordamerika ist die Zahl der Brauereien von 1269 im Jahr 1863 auf 2785 im Jahre 1870 vergrössert; seitdem hat sich die Zahl der Steuer zahlenden Bierbrauer vermindert und betrug 2138 im Jahr 1890/91. Die Produktion betrug

1862/63	2 069 545 hl	1886/87	27 129 642 hl
1869/70	7 705 451	1887/88	28 958 535
1879/80	15 560 832	1888/89	29 474 379
1884/85	22 511 618	1889/90	32 339 806
1885/86	24 301 173	1890/91	35 783 900

[1]) Betreffs der Produktion der Berliner und Münchener Aktienbrauereien sowie das in ihnen angelegte Kapital und dessen Rentabilität vergl. Die wirthschaftliche Bewegung von Handel und Industrie in Deutschland 1884/88. S. 388 ff.

[2]) Insbesondere durch Ersatz der früheren Rohstoffaccise durch eine Fabrikatbesteuerung; ferner durch die niederen Preise von Hopfen und Gerste.

[3]) 1 Barrel = 163,4 l.

Biergewinnung in den Etatsjahren 1872 bis 1890/91.

Etatsjahre	Zahl der im Betriebe gewesenen Brauereien	Darunter gewerbliche Brauereien	Menge der verwendeten steuerpflichtigen Braustoffe: Getreide t	Surrogate t	Menge des gewonnenen Bieres: obergähriges 1000 hl	untergähriges 1000 hl	zusammen: 1000 hl	auf den Kopf Liter	Zur Herstellung von 1 hl Bier wurden durchschnittlich neben einander verwendet: Getreide und Reis kg	Surrogate kg
Biergewinnung im Brausteuergebiet[1]).										
1872	14 157	[illegible]			7 368,3	8 256,4	[illegible]	52		—
1873	13 561	10 927	[illegible]	3 148	8 422,1	11 232,8	19 654,9	63	20,76	0,11
1874	13 030	[illegible]	121 051	4 382	8 214,0	[illegible]	[illegible]	65	[illegible]	0,16
1875	[illegible]	[illegible]	137 189	[illegible]	[illegible]	[illegible]	21 358,2	67	20,50	[illegible]
1876	12 535	10 399	[illegible]	3 313	8 526,4	12 347,0	20 873,4	64	[illegible]	0,12
1877/78[2])	[illegible]	10 281	415 719	[illegible]	8 112,1	[illegible]	20 360,5	62	20,45	[illegible]
1878/79	11 867	10 117	415 690	2 170	8 040,7	12 331,2	20 371,9	61	20,42	[illegible]
1879/80	[illegible]	10 460	[illegible]	1 817	7 818,7	12 165,9	19 984,6	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1880/81	[illegible]	10 374	[illegible]	2 139	7 931,1	13 204,9	21 136,0	62	20,40	[illegible]
1881/82	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	62	[illegible]	[illegible]
1882/83	10 921	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	64	[illegible]	[illegible]
1883/84	10 703	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	67	20,22	[illegible]
1884/85	10 520	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1885/86	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	16 209,5	[illegible]	68	[illegible]	[illegible]
1886/87	[illegible]	8 690	[illegible]	3 635	8 715,6	17 849,9	26 565,5	74	20,09	0,11
1887/88	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	8 503,9	18 971,9	27 475,8	76	20,07	0,12
1888/89	9 556	[illegible]	573 350	4 953	[illegible]	20 259,0	[illegible]	77	[illegible]	0,13
1889/90	9 275	[illegible]	[illegible]	7 117	[illegible]	23 200,1	32 189,4	85	19,72	0,16
1890/91	[illegible]	8 054	630 624	9 365	[illegible]	23 952,3	32 279,5	84	19,64	0,19
Biergewinnung 1890/91 nach Zoll- und Steuerdirektivbezirken.										
Ostpreussen	239	[illegible]	23 468	147	313,3	622,2	935,5	[illegible]	25,18	0,06
Westpreussen	101	[illegible]	13 751	108	161,7	461,5	[illegible]	44	[illegible]	[illegible]
Brandenburg	[illegible]	[illegible]	96 556	3 125	1 817,0	2 928,6	4 745,6	116	[illegible]	[illegible]
Pommern	321	177	13 014	96	122,9	531,3	654,2	43	[illegible]	0,12
Posen	161	161	8 597	55	191,1	285,8	476,9	27	[illegible]	[illegible]
Schlesien	837	836	45 515	181	1 026,5	1 620,3	2 646,8	63	[illegible]	[illegible]
Sachsen	624	612	44 911	474	605,8	1 860,0	2 465,8	100	[illegible]	[illegible]
Schleswig-Holstein	676	[illegible]	22 414	473	264,1	991,6	1 255,7	100	[illegible]	[illegible]
Hannover	465	321	22 995	216	143,6	1 027,4	1 171,0	[illegible]	19,76	[illegible]
Westfalen	[illegible]	680	48 702	144	87,7	2 080,0	2 167,7	82	[illegible]	[illegible]
Hessen-Nassau	374	[illegible]	[illegible]	[illegible]	24,6	1 656,7	1 681,3	103	21,45	0,02
Rheinland	[illegible]	[illegible]	75 673	[illegible]	899,3	2 779,8	[illegible]	78	21,07	[illegible]
Hohenzollern	[illegible]	233	2 770	8	5,2	115,5	120,7	182	23,01	—
Zus. Preussen	6 366	5 745	454 411	7 118	5 622,8	[illegible]	22 626,5	[illegible]	20,20	0,20
Königr. Sachsen	[illegible]	[illegible]	67 617	565	1 834,0	2 324,0	[illegible]	119	16,30	0,10
Hessen	214	214	[illegible]	192	0,7	999,0	1 000,6	101	23,32	0,00
Mecklenburg	392	111	6 514	252	121,7	286,6	408,3	60	16,38	0,19
Thüringen einschl. Allstedt	935	925	43 951	[illegible]	259,1	1 879,5	[illegible]	152	20,55	0,02
Oldenburg	[illegible]	81	2 870	35	29,7	117,8	147,5	53	19,57	0,12
Braunschweig	75	[illegible]	[illegible]	42	24,2	434,9	459,1	114	19,66	0,05
Anhalt	74	74	6 171	95	92,5	231,8	324,3	120	19,03	0,29
Lubeck	31	30	2 079	82	[illegible]	[illegible]	103,4	128	20,11	0,79
Bremen	[illegible]	18	3 634	293	24,7	171,0	195,7	109	20,16	0,89
Hamburg	32	32	11 225	639	242,1	475,4	717,5	117	15,70	[illegible]

[1]) Betriebe, in denen Bier lediglich als steuerfreier Haustrunk bereitet wird, sind nicht berücksichtigt. — [2]) Das Vierteljahr vom 1. Januar bis 31. März 1877 ist hier, wie in B und C unberücksichtigt geblieben. — [3]) Darunter Reis 1873 913 t, 1874 1 125 t, 1875 747 t, 1876 782 t, 1877/78 550 t, 1878/79 304 t, 1879/80 268 t, 1880/81 304 t, 1881/82 308 t, 1882/83 376 t, 1883/84 492 t, 1884/85 622 t, [illegible] und [illegible] t. — [4]) Für das Grossherzogthum Hessen konnte nur die Gesammtproduktion von 477 500 hl eingesetzt werden. Um diesen Betrag ist daher die Zahl in dieser Spalte grösser als die Summe der Theilzahlen in den [illegible] vorhergehenden Spalten.

Art und Betriebsumfang der Bierbrauereien im Brausteuergebiet.

Etatsjahre	Von den im Betriebe gewesenen Brauereien haben vorwiegend bereitet: obergähriges Bier, gewerbliche	obergähriges Bier, nicht gewerbliche	untergähriges Bier, gewerbliche	untergähriges Bier, nicht gewerbliche	an Brausteuer entrichtet: bis 15 M.	15 bis [illegible] M.	[illegible] bis [illegible] M.	[illegible] bis 600 M.	600 bis 1500 M.	1[illegible] bis 6000 M.	[illegible] bis 15 000 M.	[illegible] 15 000 M.
1873	7514	2626	3383	8	[illegible]	1611	[illegible]	[illegible]	1930	1571	299	162
1874	7323?	2331	3370?	4?	2682?	1442?	3117	1634	1944	1638	341	182
1875	7073	2258?	3414	6?	2577	1401	[illegible]	1581	1951	1665	371?	197
1876	7058?	2136	3341	—	2599	1300	2867	1576	1965	1656	382?	180?
1877/78	6927	1905	3351	—	[illegible]	1263	[illegible]	1624	[illegible]	1619	362	183
1878/79	6779	1750	3338	—	2226	1224	[illegible]	1582	[illegible]	[illegible]	[illegible]	181
1879/80	7187	1186	3273	1	2263	1139	2705	1545	1862?	1606	345	182
1880/81	7142?	1189	3232	1	[illegible]	1114	2641	1507	1872	1582	373	186
1881/82	6808	1197	[illegible]	1	2083	1085	2609	[illegible]	[illegible]	[illegible]	376?	189?
1882/83	6571?	1123	3226	1	1955	1024	2509	1432?	1833	1577	392	199
1883/84	6454?	1077?	3171?	1	1918	1004	2353	1398	[illegible]	1609	403	219
1884/85	6369?	1058	3042?	1	1894	958	2228	1350	1825	1648?	402?	243?
1885/86	6229?	1038	3097	1	1853	918	2136	1352	1794	1648	424?	258?
1886/87	5575?	1017	3117	1	1293	[illegible]	2068?	1330	1800	1697	450	261
1887/88	5477	1033	3128	1	1317	[illegible]	2018	1298	1751?	1700	451?	291?
1888/89	5363	1014	3177	2	[illegible]	799	1974	1284	1699	1687	478	306
1889/90	5100?	922?	3162	1	1208	774?	1890	1234	1658	1647?	475	359
1890/91	4916	914?	3138	1	1211	752?	1788	1177	1606	1596	480	379

¹) Die Summe dieser Spalten ist für die Etatsjahre 1884 bis 1887 um 2 kleiner, als die Zahl der im Betriebe gewesenen Brauereien, weil 4 Brauereien vertragsmässig nur 2 Fixationssummen gezahlt haben.

Biergewinnung im Brausteuergebiet und in den übrigen deutschen Staaten.

Jahre ¹)	Biergewinnung der einzelnen Steuergebiete: im Brausteuergebiet 1000 hl	Bayern ¹, ²) 1000 hl	Württemberg ¹) 1000 hl	Baden ¹) 1000 hl	Elsass-Lothringen 1000 hl	Auf den Kopf der jeweiligen Bevölkerung entfallen: im Brausteuergebiet l	in Bayern l	in Württemberg l	in Baden l	in Elsass-Lothringen l
1872	16 102,2	10 905,8	4 197,3	927,0	812,5	52?	256	229?	63	52
1873	19 654,9	11 256,2	3 995,1	1 094,6	987,8	63	263	216	74	64
1874	20 494,9	12 079,8	3 596,1	1 133,9	889,2	65	280	193?	76	58
1875	21 358,2	12 084,9	3 662,4	1 066,7	763,3	67	277	194?	71	50
1876	20 873,4	12 347,2	3 879,0	1 050,8	706,7	64	280	201?	69	46
1877/78	20 360,5	12 205,4	3 801,5	1 098,5	803,1	62	274	198	72	53
1878/79	20 371,9	12 122,5	3 067,5? ³)	1 085,0	787,9	61	250	211 ³)	70	52
1879/80	19 984,6	12 152,5	3 172,6	[illegible]	788,[illegible]	60?	232	162	70	52
1880/81	21 136,0	11 826,8	3 396,3	1 155,5	982,7	62	224	172	74	63
1881/82	21 316,0	12 341,6	3 247,7	1 188,8	941,4	62	232?	164	76	60
1882/83	22 113,2	12 112,6	3 041,9	1 167,2	815,6	64	227	154	74	52
1883/84	23 391,9	12 265,4	3 088,8?	1 220,7	823,3	67	229	155	77	53
1884/85	24 613,4	12 608,5	3 027,6?	1 235,8	801,7	70	234	152	78	51
1885/86	24 290,7	12 665,7	2 878,8	1 244,5	690,7	68?	234	144	78	44
1886/87	26 565,5	13 096,2	3 305,7	1 301,5	719,2	74	240	165	81	46
1887/88	27 475,8	13 704,8	3 558,1	1 484,5	778,4	76	250	176	92	50
1888/89	28 655,7	13 525,8	3 153,5	[illegible]	759,3	77	245	156	95?	48
1889/90	32 189,4	14 283,5	3 419,4	1 651,0?	797,8	85	258	168	100	51
1890/91	32 279,5?	14 127,[illegible]	3 507,9	1 678,8	836,7	84	258	172	102	52

¹) Für das Brausteuergebiet und Elsass-Lothringen Kalender- und Etatsjahre; für Bayern Kalenderjahre 1872 bis 1890; für Württemberg Finanzjahre 1. Juli 1872 bis 30 Juni 1878, 1 Juli 1878 bis 31. März 1879 (9 Monate), sodann Reichsetatsjahre; für Baden Steuerjahre 1. Dezember 1871 bis 30. November 1890. — ²) Die Pfalz ist erst vom zweiten Halbjahr 1878 ab mit einbegriffen. — ³) Diese Zahl für 1878/79 (vergl. Anm. 1) ist so berechnet, dass sie eine Jahresproduktion auf den Kopf bezeichnet.

Bierproduktion und Bierverbrauch der Vereinigten Staaten.

Im Jahresdurchschnitt resp. im Fiskaljahre	Produktion	Einfuhr	Ausfuhr[1]	Verbrauch	Verbrauch in 1000 hl
	1000 Gallons zu 3,785 l				
1875/76 bis 1879/80	337 334	1 056	379	338 011	12 377
1880/81 bis 1884/85	540 627	1 732	732	541 627	20 474
1884/85	594 818	2 069	755	596 132	22 534
1885/86	641 862	2 222	1 116	642 968	24 336
1886/87	716 581	2 303	1 135	717 749	27 167
1887/88	766 222	2 500	1 135	767 587	29 053
1888/89	778 528	2 477	1 108	779 897	29 519
1889/90	854 323	2 717	1 247	855 793	32 392
1890/91	975 704	3 052	1 276	977 480	36 998

[1]) Das Dutzend Flaschen zu $2^{1}/_{2}$ Gallons gerechnet.

Ueber die österreichisch-ungarischen Brauereien gibt die nachstehende Tabelle Aufschluss:

Zahl der Brauereien in Oesterreich-Ungarn[1])				Bierproduktion[2])		
im Jahre[3])	Oesterreich	Ungarn	zusammen	Oesterreich hl	Ungarn hl	Zusammen hl
1841	3 165	419	3 584	4 423 713[4])	?	?
1851	3 026	?	?	5 771 112	?	?
1860	2 794	520	3 314	6 506 579	626 381	7 132 960
1865	2 707	431	3 138	7 295 002	596 859	7 891 861
1870	2 420	323	2 743	9 303 765	688 957	9 992 722
1873	2 335	291	2 626	12 685 161	755 974	13 441 135
1875	2 273	247	2 520	12 248 902	597 326	12 846 228
1880	2 073	142	2 215	10 530 226	427 152	10 957 378
1885	1 902	118	2 020	12 485 784	669 462	13 155 246
1886	1 873	110	1 983	11 961 496	630 135	12 591 631
1887	1 853	109	1 962	12 717 535	630 998	13 348 533
1888	1 835	107	1 942	12 620 565	521 864	13 142 429
1889	1 802	100	1 902	12 937 752	503 271	13 441 023
1890	1 761[5])	98	1 859	13 570 339	546 569	14 116 908

[1]) Brauereien im Betriebe. Ausser Betrieb überdies 1886 263, 1887 258, 1888 253, 1889 248, 1890 270. — [2]) Nach den Angaben des Finanzministeriums über die Bierwürzemengen als Ergebnisse der Verzehrungssteuern. Letztere kann mit Rücksicht auf die Quantität der Bierproduktion gleichgestellt werden. — [3]) Produktionsjahre die mit 31. August des genannten Jahres endigen. — [4]) Czörnig meint, man müsse wegen der Art der Steuereinhebung vor 1851 diese versteuerte Produktionsmenge um 25 % erhöhen, um die wirkliche Produktionsziffer zu erlangen. Diese wäre also mit 6 500 000 hl anzusetzen. — [5]) Die meisten Brauereien bestanden 1890: in Böhmen 748, Oberösterreich 223, Galizien 161, Mähren 154, Tirol mit Vorarlberg 138. Niederösterreich zählte nur 74 Brauereien. Die grössten Produktionsziffern besassen dagegen: Böhmen 6,0, Niederösterreich 2,7, Mähren 1,2, Oberösterreich 1,0 und Galizien 0,8 Millionen Hektoliter Bierwürze.

Ueber die sonstigen Länder gibt nachstehende Tabelle Aufschluss:

Länder 1890	Bierproduktion Hektoliter	absolut Hektoliter	Bierkonsumtion pro Kopf 1890	Liter 1885
Deutsches Reich [1])	52 730 000	52 400 000	105,8	90,0
Grossbritannien	52 019 360	51 040 961	136,2	123,0
Oesterreich-Ungarn [2])	14 178 398	13 710 096	32,0	31,1
Belgien	10 770 660	10 819 732	177,5	165,0
Frankreich	8 490 528	8 629 067	22,5	21,8
Russland	4 456 860	4 461 500	4,6	3,8
Dänemark	2 251 580	2 236 714	102,9	57,0
Niederlande	1 602 356	1 571 994	34,6	33,9
Schweden	1 295 397	1 300 000	27,2	20,0
Schweiz	1 154 557	1 189 833	40,0	32,3
Norwegen	726 663	739 385	37,5	31,3
Spanien	220 000	224 000	1,3	—
Finnland	204 482	205 000	8,8	—
Italien	185 400	283 251	0,9	0,8
Rumänien	ca. 100 000	101 000	2,0	—
Serbien	87 000	88 300	4,1	—
Griechenland	71 225	72 400	3,3	—
Bulgarien	28 000	31 600	1,0	—
Europäische Staaten	150 572 466	149 104 833	—	—
Vereinigte Staaten v. Nord-Amerika [3])	36 930 396	36 998 000	58,0	40,0
Australien	1 820 000	2 043 000	53,5	—
Kanada [4])	742 896	760 000 (?)	14,8	—
Britisch-Ostindien [4])	234 800	379 000		—
Ausser-Europa	39 728 092	40 180 000	—	—
Totale	190 300 558	189 284 833	—	—

[1]) Produktionsjahr, das mit März 1891 endigt. — [2]) Mit Bosnien und Herzegowina für das Produktionsjahr, welches mit August 1890 endigt. — [3]) Fiskaljahr, endigend Juni 1891. — [4]) Daten für 1889.

Ueber die Import- und Exportverhältnisse Oesterreich-Ungarns orientirt folgende Tabelle:

Bierhandel in Oesterreich-Ungarn.

Im Jahresdurchschnitte	Einfuhr 100 kg sporco	Einfuhr Gulden ö. W.	Ausfuhr 100 kg sporco	Ausfuhr Gulden ö. W.
1876 bis 1885	12 171	206 477	330 674	4 482 314
1886 bis 1890	42 525	700 023	440 213	6 366 548
Im Jahr:				
1880	10 374	172 640	306 858	3 885 969
1885	27 227	456 176	367 592	5 277 523
1886	28 775	484 592	385 085	5 526 320
1887	36 321	603 088	405 397	5 870 289
1888	44 003	735 918	411 107	5 954 121
1889	51 975	840 888	471 787	6 839 035
1890	51 549	835 632	527 687	7 642 976
1891	51 977	754 606	552 373	6 971 335

Der Verbrauch stieg von 27,5 l per Kopf (1870) im Jahre 1891 auf 32,9 l. Betreffs Nordamerikas s. S. 707.

Der Verbrauch stieg von 6 l per Kopf (1860) auf 25 l in den Jahren 1874/79 und 58 l 1890/91.

In den deutschen Steuergebieten fand nach den amtlichen Ermittelungen nachstehender Verbrauch statt.

Etats-jahre[1]	Berechneter Verbrauch											
	überhaupt						auf den Kopf					
	1000 Hektoliter						Liter					
	Brausteuergebiet	Bayern	Württemberg	Baden	Elsass-Lothringen	Deutsches Zollgebiet (einschl. Luxemburg)	Brausteuergebiet	Bayern	Württemberg	Baden	Elsass-Lothringen	Deutsches Zollgebiet (einschl. Luxemburg)
	[1]	[1]				[3]	[2]	[2]				
1872	—	—	4 127	1 031	569	33 285	—	—	225,1	70,3	36,7	81,7
1873	—	—	3 919	1 212	837	37 149	—	—	212,2	82,0	54,2	90,6
1874	20 994	12 094	3 527	1 232	709	38 649	66.2	244,0	189.1	82,8	46,0	92,6
1875	21 732	12 165	3 593	1 149	612	39 317	67,8	243,0	190,8	76,5	39,8	93,3
1876	21 095	12 544	3 817	1 127	504	39 135	65,1	247,8	200,4	74,4	32,8	91,8
1877/78	20 495	12 266	3 736	1 180	610	38 337	62.3	239,5	194,0	77,1	39,4	88,7
1878/79	20 509	11 838	3 019	1 153	603	38 197	61.6	228,6	207,2	74.6	39,4	87,4
1879/80	20 095	11 540	3 118	1 151	650	36 613	59,6	220,6	159,2	73,9	42,5	82,8
1880/81	21 198	11 115	3 352	1 204	840	37 783	62.2	210,7	170,1	76,8	53,7	84,6
1881/82	21 368	11 488	3 210	1 227	823	38 188	62,3	216,3	162,4	77,9	52,5	84,9
1882/83	22 214	11 159	3 019	1 202	730	38 397	64.2	209,0	152,5	76,1	46,6	84,8
1883/84	23 530	11 197	3 066	1 228	761	39 866	67,5	208,9	154,5	77,5	48,6	87,5
1884/85	24 748	11 406	3 016	1 258	776	41 286	70,4	211,9	151,6	79,0	49,5	90,0
1885/86	24 479	11 324	2 870	1 267	700	40 719	69,0	209,1	143,8	79.2	44,7	88,8
1886/87	27 096	11 564	3 306	1 331	762	44 132	75.7	212.3	164,8	82.8	48,6	94,5
1887/88	28 073	12 073	3 571	1 506	868	46 178	77,5	220.2	177,0	93,1	55,3	97,9
1888/89	29 540	11 708	3 168	1 531	877	46 915	79,9	212,4	156,3	94,3	55,8	97,5
1889/90	33 490	12 316	3 434	1 642	930	51 911	88,5	222,1	169,0	100,9	59,1	105,8
1890/91	33 769	12 332	3 522	1 688	1 021	52 433	87,8	221,2	173.0	103.2	63,7	105,8

In 13jährigem Durchschnitt ist der Bierverbrauch per Kopf in Norddeutschland 63, Elsass 54, Baden 73, Württemberg 184, Bayern 248 l.

[1]) Da die Biergewinnung in Württemberg 1878/79 nur für 9 Monate nachgewiesen ist, wurde in obiger Berechnung für das fehlende Vierteljahr ein entsprechender Zuschlag gemacht. Ferner wurde für die Jahre 1872 bis 1877 und für das erste Halbjahr 1878, während welcher Zeit in der bayerischen Pfalz die Bierbrauerei steuerfrei betrieben wurde, um die Biererzeugung dort mit zu treffen, ein auf Schätzung beruhender Zuschlag von 600 000 hl im Jahre, und von 300 000 hl im Halbjahr 1878 gemacht.

[2]) Für das Brausteuergebiet und Bayern fehlen die Angaben über Einfuhr und Ausfuhr von Bier in den Jahren 1872 und 1873.

[3]) Die Biergewinnung Luxemburgs im Jahre 1872 ist nicht festgestellt und deshalb hierunter nicht enthalten.

Ein- und ausgeführt wurden in das deutsche Zollgebiet folgende Mengen:

Jahr	Einfuhr		Ausfuhr		Jahr	Einfuhr		Ausfuhr	
	Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.		Tonnen	1000 M.	Tonnen	1000 M.
1880	12 070	2 535	106 561	19 181	1886	15 599	3 276	129 840	19 476
1881	12 032	2 527	121.744	21 914	1887	16 865	3 542	131 476	19 721
1882	12 761	2 552	128 547	20 568	1888	18 628	3 912	124 448	18 667
1883	13 537	2 707	133 209	22 645	1889	23 891	5 495	90 145	18 930
1884	13 645	2 866	143 327	21 499	1890	27 061	7 085	77 685	14 735
1885	13 163	2 764	160 659	24 099	1891	33 195	5 010	74 028	13 625

Einfuhr in den freien Verkehr des deutschen Zollgebiets und Ausfuhr aus demselben im Jahre 1891 von resp. nach

Länder	Einfuhr t	Ausfuhr t
Belgien	12	5 714
Dänemark	17	76
Frankreich	82	18 265
Grossbritannien, Gibraltar, Malta und Cypern	2 372	1 607
Italien	—	2 932
Niederlande	9	4 177
Norwegen und Schweden	5	288
Oesterreich-Ungarn	30 615	5 381
Portugal und Spanien	—	768
Rumänien	—	94
Russland	5	172
Schweiz	14	6 504
Brasilien	—	6 353
Vereinigte Staaten von Amerika	13	3 996
Britisch-Ostindien etc.	—	1 058
Australien	8	1 192
Alle übrigen Länder, Freihäfen und Zollausschluss	43	15 451
Summa	33 195	74 028
Werth in 1000 Mk.	5 009	13 625

Sollten einmal bedeutende Stockungen im Export der Grossbrauereien eintreten, so ist der Ruin der kleineren und mittleren Brauereien zu befürchten, da alsdann jene im Inland ihr Bier absetzen müssten (Die wirthschaftl. Bewegung in Deutschland. S. 583).

Steuern[1]). In Deutschland bestehen zur Zeit fünf selbständige Biersteuergebiete: I. Reichs- oder Norddeutsches Brausteuergebiet, II. Bayern, III. Württemberg, IV. Baden, V. Elsass-Lothringen.

I. Reichs- oder Norddeutsches Brausteuergebiet. Dasselbe umfasst Preussen mit Waldeck-Pyrmont, dann Schaumburg und zur Lippe, Sachsen, Hessen, Mecklenburg-Schwerin und Strelitz, die thüringischen Staaten, Oldenburg, Braunschweig, Anhalt, Lübeck, Bremen und Hamburg, sowie das Gebiet des Grossherzogthums Luxemburg.

Im Brausteuergebiete ist das Gesetz vom 31. Mai 1872 mit den Vollzugsvorschriften vom 18. November 1872 und einigen weiteren, seitdem erfolgten Bundesrathsbeschlüssen in Anwendung.

---

[1]) Nach L. von May im Handwörterbuch der Staatswissenschaften (von Conrad, Elster, Lexis, Löning) Bd. II durch C. J. Lintner (l. c.) S. 503.

Die wichtigsten Bestimmungen des Gesetzes und der gedachten Vollzugsvorschriften sind folgende:

1. Die Brausteuer wird von je 100 kg der nachbenannten Stoffe, wenn sie zur Bereitung von Bier verwendet werden, erhoben: a) von Getreide (Malz, Schrot etc.), von Reis (gemahlen oder ungemahlen etc.), und von grüner Stärke, d. h. von solcher, die mindestens 30% Wasser enthält, mit 4 M.; b) von Stärke, Stärkemehl mit Einschluss des Kartoffelmehls und Stärkegummi [Dextrin]), sowie von Syrup aller Art mit 6 M.; c) von Zucker aller Art (Stärke-, Trauben- und anderen Zucker), sowie von Zuckerauflösungen und endlich von allen anderen Malzsurrogaten und Bierkouleur mit 8 M.

2. Steuerpflichtig sind alle gewerblichen Brauer und jene nicht gewerblichen, welche für einen Hausbedarf von mehr als 10 Personen über 14 Jahren brauen.

Steuerfrei ist die Bereitung von Bier als Haustrunk ohne besondere Brauanlagen, wenn die Bereitung lediglich zum eigenen Bedarf in einem Haushalte von nicht mehr als 10 Personen über 14 Jahren geschieht.

3. Die Versteuerung kann erfolgen: a) auf Brauanzeige — sogenannte Einmaischungssteuer — als hauptsächlichste Erhebungsform. Der Brauer hat in diesem Falle vorher eine schriftliche Anzeige (im Steuerbuche) der Steuerhebestelle zu erstatten mit Angabe der Gattung und Menge der zu verwendenden Stoffe zu jedem Gebräude, des Tages und der Stunde der Einmaischung und der Menge des beabsichtigten Bierzuges. Werden Malzsurrogate verwendet, so ist ausser dieser Anmeldung für jedes Gebräude noch eine Generaldeklaration in doppelter Ausfertigung über die Art und Weise der Verwendung, sowie, bei welchem Abschnitt der Bierbereitung dieselbe erfolgen soll, und über den Ort der Aufbewahrung der Vorräthe zu übergeben.

Jede Verwendung von Malzschrot oder Malzsurrogat zur Bierbereitung ohne die vorgeschriebene Anmeldung wird als Defraudation bestraft. — Einmaischungen dürfen, besondere Bewilligungen ausgenommen, nur an den Wochentagen, und zwar vom 15. Oktober bis einschliesslich März von 6 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends und in den übrigen Monaten von 4 Uhr Morgens bis 10 Uhr Abends geschehen.

Nachmaischungen dürfen in der Regel nicht stattfinden: wird aber eine Brauerei regelmässig mit Nachmaischen betrieben, so muss ein für alle Mal angezeigt werden, in wieviel Abtheilungen und mit welchem Gewicht für jede Beschickung gemaischt werden soll.

Jeder Brauer muss mindestens 8 Tage vor Beginn des Betriebes der Steuerbehörde einen Nachweis in doppelter Anfertigung einreichen, in welchem die Räume zur Aufstellung der Geräthe und zum Betriebe der Brauerei, einschliesslich der Gährungsräume, die Maisch-, Koch-, Kühl- und Gährgefässe, dann der Rauminhalt jedes einzelnen dieser Gefässe, soweit die Beschaffenheit dies gestattet, genau und vollständig angegeben sein müssen. Ausgenommen hiervon sind jene, welche nur für den eigenen Hausbedarf, ohne besondere Brauanlage, Bier bereiten. Die sämmtlich vorstehend bezeichneten Gefässe werden amtlich numerirt und bezeichnet. Die Maisch-, Koch- und Kühlgefässe, sowie die Sammelbottiche können amtlich vermessen werden.

b) Den Brauereibesitzern kann auch jederzeit in widerruflicher Weise gestattet werden, die Brausteuer als Vermahlungssteuer von denjenigen Stoffen, welche vor der Einmaischung einer Vermahlung unterliegen, mit dem vorstehend bezeichneten Betrage nach dem Gewicht der zur Verarbeitung auf der Mühle bestimmten, noch unvermahlenen Stoffe zu entrichten.

Bei Erhebung der Mahlsteuer dürfen die bezüglichen Stoffe (Malz etc.), besondere Bewilligungen in einzelnen Fällen ausgenommen, nur auf den hierfür ein für alle Mal genehmigten Mühlwerken verarbeitet werden. Die Mühlen müssen in der Regel im Einzelbesitze des Brauers stehen und in dessen Brauerei oder doch in räumlicher Verbindung mit letzterer aufgestellt sein. Ausnahmsweise dürfen auch Genossenschaftsmühlen, auf welchen lediglich das von der Braugenossenschaft zu verwendende Malz etc. verarbeitet wird, zugelassen werden. Die Mühlen (Privat- wie Genossenschaftsmühlen) stehen unter amtlichem Verschlusse.

c) Endlich kann die Versteuerung auch nach Uebereinkommen mit der Steuerbehörde durch Entrichtung einer Abfindungssumme (Fixation) in einem bestimmten Zeitraum erfolgen.

In Bezug auf die Fixation der Brausteuer sind ausführliche Bestimmungen

erlassen, denen folgende wesentliche Punkte entnommen sind: Die Fixation findet der Regel nach in der Art statt, dass für die Fixationsperiode der Steuerbetrag in bestimmter Summe unveränderlich festgesetzt wird. Ausnahmsweise jedoch, namentlich wenn es an ausreichend sicheren Anhaltspunkten fehlt, kann sich die Fixation auf Festsetzung des zum Mindesten zu entrichtenden Steuerbetrages neben der Verabredung eventueller Erhöhung derselben durch Nachversteuerung beschränken. Neu errichtete oder nach längerer Betriebseinstellung wieder in Betrieb gesetzte Brauereien werden für die ersten drei Betriebsjahre nur mit der Bedingung der Nachversteuerung fixirt. — Die Fixationsverträge sind in der Regel längstens auf die Dauer eines Jahres abzuschliessen. — Die Abfindungssumme ist im Voraus, mindestens in monatlichen Raten zu zahlen. Die Zahlung der auf Grund der zu führenden Brauregister zu berechnenden Nachsteuer geschieht bei Beendigung des Vertrages.

4. Eine Erstattung der Steuer kann erfolgen, wenn die zur Einmaischung bestimmten Braustoffe vor der beabsichtigten Verwendung durch Zufall vernichtet oder derart beschädigt worden sind, dass deren Verwendung zur Bierbereitung ausgeschlossen erscheint, oder wenn sonst aus Anlass unvorhergesehener Hindernisse die deklarirte Bierbereitung nicht stattfinden kann, in beiden Fällen aber der Anspruch auf Erstattung binnen 24 Stunden nach der deklarirten Einmaischungszeit bei der Hebestelle angemeldet worden ist.

5. Bei der Ausfuhr von Bier aus dem Brausteuergebiete[1]) wird Rückvergütung der Brausteuer und zwar mit 1 M. pro 1 hl gewährt, sofern die betreffende Sendung mindestens 2 hl beträgt, und zur Bereitung des auszuführenden Bieres mindestens 25 kg Getreideschrot, Reis oder grüne Stärke, und im Falle der Mitverwendung von höher als mit 4 M. für 100 kg besteuerten Malzsurrogaten mindestens eine dem Steuerwerthe von 1 M. entsprechende Menge von Braustoffen auf jedes Hektoliter erzeugten Bieres verwendet worden sind.

In Bayern ist zur Zeit das Malzaufschlaggesetz vom 16. Mai 1868 in der neuen Textirung vom 10. Dezember 1889 in Kraft. Der hauptsächlichste Inhalt des Gesetzes ist folgender:

1. Die Steuer wird vom Malze, d. i. alles künstlich zum Keimen gebrachte Getreide, erhoben. — Steuerbar wird das Malz, sobald es für den Zweck der Erzeugung von Bier oder Essig zum Brechen zur Mühle gelangt.

2. Es ist verboten, zur Bereitung von Bier statt Malz (Darr- oder Luftmalz) Stoffe irgend welcher Art als Zusatz oder Ersatz, oder ungemälztes Getreide für sich, sowie mit ungemälztem Getreide vermischtes Malz zu verwenden.

Zur Erzeugung von Braunbier darf nur aus Gerste bereitetes Malz verwendet werden.

3. Für 1 hl des zur Bier- oder Essigbereitung bestimmten, ungebrochenen Malzes ohne Unterscheidung zwischen trockenem und eingesprengtem Malze beträgt der Aerarialmalzaufschlag nach der in der Mühle vorgenommenen Abmessung 6 M.

Werden jedoch in einer Betriebsstätte in einem Jahre mehr als 10 000 hl Malz verwendet, so ist ein Zuschlag zu dem Malzaufschlag zu entrichten, welcher für die dieser Menge folgenden 30 000 hl je 0,25 M., und für das die Menge von 40 000 hl übersteigende Malz je 0,50 M. für 1 hl beträgt. Die hinsichtlich des Malzaufschlages gegebenen Bestimmungen finden auf den Zuschlag zu demselben entsprechende Anwendung. — Von den bereits vorhandenen Brauereien und Essigsiedereien wird, sofern in denselben im Jahre 1888 nicht mehr als 6000 hl Malz verarbeitet wurden, für die ersten 2000 hl des in einem Jahre verwendeten Malzes der Betrag von je 5 M. von 1 hl erhoben. Diese Begünstigung erlischt für die betreffende Betriebsstätte mit dem Ablauf desjenigen Jahres, in welchem in derselben mehr als 7000 hl Malz zur Verwendung gelangt sind. Beträgt der Malzverbrauch einer der vorstehend bezeichneten Betriebsstätten oder eines der vor dem 1. Oktober 1889 bereits vorhandenen aufschlagpflichtigen Geschäfte, in welchem jährlich über 6000 hl Malz verwendet wurden, in einem Jahre 5000 hl oder weniger, so hat die Aufschlagverwaltung auf Ansuchen des Betheiligten anzuordnen, dass die Betriebsstätte vom Beginn des nächstfolgenden Jahres ab in so-

---

[1]) Die Uebergangssteuer von dem aus Bayern, Württemberg, Baden oder Elsass-Lothringen eingeführten Bier beträgt 2 M. von 1 hl.

lange dem in Abs. 3 bestimmten Steuersatze zu unterstellen ist, als nicht der jährliche Malzverbrauch 7000 hl übersteigt. Eine Malzmenge, die weniger als 4 l beträgt, bleibt ausser Ansatz.

4. Den Malzaufschlag hat derjenige zu entrichten, auf welchen die Polette (s. unten) lautet.

5. Wird im Inlande erzeugtes Bier in das Ausland ausgeführt, so hat der Ausführende für jede Sendung, welche mindestens 60 l beträgt, Anspruch auf Rückvergütung des Aufschlages.

Die Rückvergütungssätze für das ausgeführte Bier sind dermalen ohne Unterschied, ob das Bier in Gebinden oder Flaschen ausgeht, für Braunbier 2,60 M. und für Weissbier 1 M. für 1 hl. Werden jedoch aus einer dem Zuschlage unterliegenden Braustätte (s. oben) innerhalb eines Jahres mehr als 12 000 hl Braunbier ausgeführt, so beträgt die Rückvergütung für die dieser Menge folgenden 48 600 hl je 2,75 M. und für das die Menge von 60 000 hl überschreitende Bier je 2,85 M. für 1 hl. Gelangt dagegen aus einer dem ermässigten Steuersatze unterliegenden Braustätte Braunbier zur Ausfuhr, so wird an Rückvergütung für die ersten innerhalb je eines Jahres ausgeführten 2400 hl nur der Betrag von je 2,10 M. gewährt.

6. Malz darf nur auf öffentlichen, nicht transportablen Mühlen und auf bewilligten Partikularmalzmühlen gebrochen, Grünmalz nur auf zugelassenen Quetschmaschinen bearbeitet werden.

7. Der Verkehr mit gebrochenem Malze in Bayern ist untersagt. Alle Mühlen und Maschinen, welche zum Brechen von Malz und Quetschen von Grünmalz nicht nur wirklich verwendet werden, sondern auch nur verwendet werden können, unterstehen der Kontrole der Aufschlageverwaltung.

8. Für das aus einem anderen deutschen Bundesstaate nach Bayern zur Einführung kommende Bier wird, sofern dasselbe nicht etwa, weil aus dem Zollauslande kommend, bereits mit einem Zoll belastet ist, eine Uebergangsabgabe von 3,25 M. für 1 hl erhoben.

In Württemberg erfolgt die Besteuerung des Bieres nach dem Gesetze vom 8. April 1856 mit einigen nachträglich eingetretenen Aenderungen.

Die wesentlichen Bestimmungen sind folgende:

1. Zur Bereitung von Bier können Malz- und Malzsurrogate, d. h. alle zucker- und stärkemehlhaltigen Stoffe, welche das Malz zu ersetzen geeignet sind, Verwendung finden.

2. Der Steuersatz wird jeweilig durch das Finanzgesetz bestimmt. Die Besteuerungseinheit ist der Doppelzentner oder 100 kg, jedoch werden bei Berechnung der Steuer für Tara 2 % in Abzug gebracht. Gegenwärtig (bis 31. März 1893) beträgt die Steuer 10 M.

3. Steuerpflichtig ist Derjenige, welcher für seine Rechnung zur Bierbereitung Malz schrotet oder schroten lässt oder für welchen Malzsurrogate in die Braustätte gebracht werden.

4. Die Steuer ist verfallen, sobald das Malz zur Mühle oder das Surrogat zur Braustätte gebracht wird.

5. Die Erhebung der Steuer erfolgt in vier Quartalsterminen je am Anfange der Monate Januar, April, Juli und Oktober und begreift in der Regel die Steuer von dem unmittelbar vorausgegangenen Vierteljahr.

6. Nachlass oder Rückvergütung der Steuer findet statt a) wenn geschrotenes Malz noch vor dem Verbrauche oder das daraus erzeugte Fabrikat vernichtet wird oder so verdirbt, dass es auf keine Weise mehr benutzt werden kann, b) wenn aus versteuertem Biere Essig bereitet wird, und c) bei der Ausfuhr von geschrotetem Malz oder von Bier. Ein bestimmter Einheitsrückvergütungssatz ist nicht festgesetzt, sondern es ist als Grundsatz aufgestellt, dass die Rückvergütung dem vollen Betrage der entrichteten Steuer gleich sein soll.

7. Wer Malz zu steuerpflichtigen wie auch steuerfreien Zwecken schroten lassen will, muss dasselbe in der Regel auf eine öffentliche Mühle bringen, zuvor aber einen Begleitschein einholen.

8. Wer zur Biererzeugung ein Malzsurrogat verwendet, ist verbunden, vor dessen Einbringung in die Braustätte Menge und Beschaffenheit desselben steuerbehördlich feststellen zu lassen.

In Baden findet die Besteuerung des Bieres nach dem Gesetze vom 28. Februar 1845 mit der bezüglichen Novelle vom 29. Juni 1874 statt.

In Elsass-Lothringen gelten in der Hauptsache noch die unter französischer Herrschaft bereits gültigen Bestimmungen, welche die Regierung zusammengestellt und unter dem 10. März 1875 veröffentlicht hat.

Die Biersteuer ist, gleich jener in Baden, eine Kesselsteuer.

In den einzelnen Steuergebieten ergaben sich folgende Einnahmen:

Brausteuergebiet		Bayern [2])		Württemberg		Baden		Elsass-Lothringen	
im Etatsjahre [1])	Gesammteinnahme vom Bier	im Kalenderjahre	Gesammteinnahme vom Bier	im Etatsjahre [3])	Gesammteinnahme vom Bier	im Steuerjahr (1. Dez bis 30. Nov.)	Gesammteinnahme vom Bier	im Etatsjahre	Gesammteinnahme vom Bier
18..	1000 M.	18..	1000 M.	18..	1000 M.	18..	1000 M.	18..	1000 M.
72—75	17 327,0	72—75	18 509,7	72/73—75/76	5 370,3	72—75	2 445,2	72—75	1 503,8
76	19 069,4	76	19 902,7	76/77	5 737,5	76	2 417,9	76	1 118,1
77/78	18 719,4	77	19 921,8	77/78	5 555,9	77	2 534,3	77/78	1 348,9
78/79	18 200,3	78	19 664,0	78/79	4 815,9	78	2 478,8	78/79	1 331,8
79/80	17 953,4	79	21 474,7	79/80	5 215,5	79	2 472,7	79/80	1 440,2
80/81	18 696,7	80	28 789,3	80/81	5 732,0	80	3 268,7 [5])	80/81	1 855,6
81/82	18 923,2	81	30 124,9	81/82	7 463,6 [4])	81	3 968,8	81/82	1 815,1
82/83	19 600,9	82	28 971,0	82/83	7 200,9	82	3 887,3	82/83	1 615,3
83/84	20 798,8	83	29 143,4	83/84	7 322,3	83	3 991,9	83/84	1 688,5
84/85	21 843,8	84	29 677,1	84/85	7 282,8	84	4 086,2	84/85	1 727,5
85/86	22 098,1	85	30 082,2	85/86	7 021,2	85	4 116,3	85/86	1 561,5
86/87	23 998,8	86	30 674,9	86/87	8 134,6	86	4 323,6	86/87	1 705,3
87/88	25 128,4	87	32 298,0	87/88	8 759,5	87	4 891,0	87/88	1 939,2
88/89	26 645,5	88	31 928,5	88/89	7 865,5	88	4 990,4	88/89	1 953,1
89/90	29 648,9	89	33 216,6	89/90	8 502,3	89	5 373,3	89/90	2 076,2
90/91	30 239,7	90	30 893,2	90/91	8 653,0	90	5 527,1	90/91	2 303,9

Die Bierabgaben stellen sich pro Kopf der jeweiligen Bevölkerung

	auf M.		auf M.		auf M.		auf M.		auf M.
72—75	0,55	72—75	4,29	72/73—75/76	2,89	72—75	1,65	72—75	0,97
76	0,59	76	4,51	76/77	3,01	76	1,59	76	0,73
77/78	0,57	77	4,46	77/78	2,88	77	1,66	77/78	0,87
78/79	0,55	78	4,06	78/79	3,31	78	1,60	78/79	0,86
79/80	0,54	79	4,11	79/80	2,66	79	1,59	79/80	0,92
80/81	0,55	80	5,46	80/81	2,91	80	2,08	80/81	1,18
81/82	0,55	81	5,67	81/82	3,78	81	2,52	81/82	1,16
82/83	0,57	82	5,43	82/83	3,64	82	2,46	82/83	1,03
83/84	0,60	83	5,44	83/84	3,69	83	2,52	83/84	1,08
84/85	0,62	84	5,51	84/85	3,66	84	2,57	84/85	1,10
85/86	0,62	85	5,56	85/86	3,52	85	2,57	85/86	1,00
86/87	0,67	86	5,63	86/87	4,06	86	2,69	86/87	1,09
87/88	0,69	87	5,89	87/88	4,34	87	3,03	87/88	1,24
88/89	0,72	88	5,79	88/89	3,88	88	3,07	88/89	1,24
89/90	0,78	89	5,99	89/90	4,18	89	3,30	89/90	1,32
90/91	0,79	90	5,53	90/91	4,25	90	3,34	90/91	1,44

[1]) Die Zeit vom 1. Januar bis 31. März 1877 ist unberücksichtigt geblieben. — [2]) Erst vom 1. Juli 1878 ab einschliesslich der bayerischen Pfalz. — Am 1. November 1879 erfolgte die Erhöhung des Braumalzaufschlages von 4 auf 6 M. für das Hektoliter ungebrochenen Malzes. Am 1. Januar 1890 ist ein neues Gesetz über den Malzaufschlag in Kraft getreten, wonach die grösseren Brauereien zu dem Aufschlag von 6 M. noch einen Zuschlag von 25 und 50 Pf. zu entrichten haben, während für bestimmte kleinere Brauereien der Malzaufschlag nur 5 M. beträgt. — [3]) 1. Juli 1872/73 bis 1. Juli 1877/78; 1. Juli 1878 bis 31. März 1879

(9 Monate). 1. April 1879/80 bis 1. April 1890/91. — [4]) Von 1881/82 an ist die Malzsteuer von 7,20 M. auf 10 M. für 100 kg erhöht worden. — [5]) Mit dem 22. März 1880 ist der bisherige Steuersatz, 20 Pf. für je 15 l Raumgehalt des Braugefässes, auf 2 Pf. für je 1 l Raumgehalt erhöht.

Die Zölle in den durch Handelsverträge mit Deutschland geeinten Staaten (Oesterreich, Belgien, Italien, Schweiz) betrugen 3 bis 5 M. per 1 hl.

Literatur. Lintner, C., Lehrbuch der Bierbrauerei (Braunschweig 1878); L. v. Wagner, Handbuch der Bierbrauerei (6. Aufl. 2 Bände. Weimar 1884); Ehrich, Handbuch der Bierbrauerei (Halle 1891); Moritz und Morris, Handbuch der Brauwissenschaften. (Uebersetzt von Windisch, Berlin 1893); Leisser-Heiss, Die Bierbrauerei (Stuttgart 1892); Habich, Brauereiatlas (4. Aufl. Halle 1883); Fasbender, Mechanische Technologie der Bierbrauerei (Leipzig 1883 bis 1887, 3 Bände; Supplement 1892); Thausing, Theorie und Praxis der Malzbereitung und Bierfabrikation (4. Aufl. Daselbst 1893); Michel, Lehrbuch der Bierbrauerei mit besonderer Berücksichtigung der bayerischen Malz- und Bierbereitung (2. Aufl. Augsburg 1892).

Wein.

Als **Wein** bezeichnet man das Getränk, das durch alkoholische Selbstgährung aus Traubensaft (Most) gebildet wird. Weiterhin entstehen bestimmte Weinarten durch Selbstgährung anderer zuckerhaltiger Lösungen, wie Obstsäfte, aus Baumstämmen gewonnene Säfte etc.: hierher gehören die Obstweine, Palmwein, Meth (Honigwein) etc.

Da die Säure des Mostes vorwiegend durch Kaliumbitartrat hervorgerufen wird, das sich beim Lagern des Weins allmählich abscheidet (Weinstein), und da bei der Gährung angenehm riechende Ester entstehen (Bouquet), so sind die — überdies zuckerreichsten — Traubensäfte am ehesten zur Weinbereitung geeignet.

Im Gegensatz zu diesem Naturwein wird Kunstwein durch chemische Operationen ohne Beihülfe natürlicher Zuckersäfte bereitet.

Als Halbwein bezeichnet man solchen Wein, der durch Vermehrung der Quantität des Mostes oder Weines durch Zusatz von minderwerthigen Maischen oder Weinen bereitet ist.

Geschichtliches. Die Rebe wächst in der Umgebung des Kaukasus noch heut wild in üppiger Fülle. Von dort ist die Kultur des Weinstocks über die ganze Erde verpflanzt worden, soweit es das Klima erlaubte.

Die Aegypter priesen den Wein als eine Gabe des Osiris. Herodot und Theophrast erwähnen schon den ägyptischen Wein; doch findet jetzt kein Weinbau in Aegypten statt.

In Griechenland hielt man den Berg Nysa (Hindukusch) für die Heimath der Rebe, aus der sie Dionysus über Syrien, Aegypten und Lydien nach den griechischen Inseln brachte. Die Weine von Chios, Lesbos, Cos, Naxos und Thasos waren schon in den frühesten Zeiten berühmt.

Von Griechenland gelangte die Rebe nach Italien, wo Cato zuerst den Weinbau lehrte. Zu den beliebtesten Weinen Italiens gehören der Falerner, Massiker, Cäcuber, Caloner, Sorrentiner, Tarentiner und Messalier.

Nach Spanien und Gallien wurde der Weinstock von Italien schon 500 v. Chr. verbreitet. Julius Cäsar beförderte den gallischen Weinbau, und Aurelian liess in der Côte d'or Reben pflanzen. Viele der berühmten französischen Weine stammen indessen von den Rebsorten, welche die Kreuzfahrer von Griechenland und Kleinasien einführten.

In Deutschland liess Kaiser Probus 280 n. Chr. die ersten Weingärten am Rhein anlegen. Später begünstigten die Karolinger und Hohenstaufen die Kultur des Weines. Um 864 liess Karl der Grosse bei Rüdesheim Weinberge pflanzen. Auch die Mönche machten sich um die Pflege des Weines sehr verdient. Zu Ende des 11. Jahrh. gründeten sie die Johannisberger Weingärten und brachten auch später die Reben nach Thüringen und Pom-

[illegible] Während des Dreissigjährigen Krieges wurden in Deutschland viele Weinberge zerstört, die entweder gar nicht oder erst nach langen Jahren wieder angepflanzt wurden.

Oesterreich pflegte schon im 3. Jahrh. n. Chr. den Weinbau, und die Tiroler Weine von Glauig und Laibach waren sehr beliebt. Auch in Ungarn kultivirte man bereits im 3. Jahrh. italienische Reben. König Bela II. brachte um 1240 griechische Reben nach dem Theissgebiet; und seit dem 17. Jahrh. sind die Tokayer Auslese-Weine rühmlichst bekannt.

In Amerika soll schon vor 900 Jahren der Weinstock von den Normannen gefunden worden sein. Aber das Klima war dem Weinbau in vielen Theilen Amerikas nicht günstig. Derselbe hat sich indessen seit ungefähr 60 Jahren in Kalifornien, Missouri, Ohio, Pennsylvanien etc. bedeutend gehoben, so dass sogar eine Ausfuhr nach Europa stattfindet.

Afrika eignet sich in seinen nördlichen und südlichen Theilen für den Weinbau. Schon 550 v. Chr. verstanden die Karthager vorzügliche Ausleseweine zu bereiten. Im Süden Afrikas pflegten ausgewanderte Hugenotten zuerst den Weinbau. Später wurden neben den berühmten Reben von Schiras auch rheinische, griechische und spanische Rebensorten angepflanzt, welche sehr geschätzte Weine liefern.

In Australien hat sich die dort eingeführte Rieslingsrebe gut entwickelt; und die in Philadelphia ausgestellten australischen Weine waren wohl geeignet, mit den europäischen in Wettbewerb zu treten.

Asien besitzt in Folge des herrschenden Muhamedanismus keine erwähnenswerthe Weinkultur, obgleich viele Länder dieses Erdtheils sich dafür trefflich eignen. In Persien war die Bereitung des Weines schon im Alterthum bekannt, und der Wein von Chabylon berühmt. Die Chinesen trieben bereits 2000 Jahre v. Chr. Weinbau; aber die Anlagen wurden um 500 v. Chr. gänzlich zerstört.

Der Weinbau.

Der Weinstock (Vitis vinifera), ein kletternder Strauch aus der Familie der Vitaceen, war seit der Diluvialzeit in Südeuropa und einem Theil Mitteleuropas verbreitet. Durch die Kultur desselben sind zahlreiche Varietäten entstanden; man kennt etwa 350 Sorten, von denen gegen 230 im Handel sind. Neben dieser am weitesten verbreiteten Art hat man in Nordamerika auch Vitis Labrusca (die Fuchsrebe), V. aestivalis (die Sommerrebe), V. rotundifolia (die rundblätterige oder südliche Fuchsrebe) u. a. in Kultur genommen.

Die Kultur der Rebe, die Auswahl der geeigneten Sorten, die Bearbeitung des Bodens, die Düngung, sowie die Pflege der Pflanze haben für die Qualität des Weines dieselbe Bedeutung, wie die Mostgewinnung, die Gährung und die Behandlung des fertigen Weins.

Das Wachsthum der Rebe ist im Wesentlichen vom Klima, der Lage und der Beschaffenheit des Bodens abhängig. Zwischen dem 20. und 40. Breitengrade gedeiht die Rebe ohne besondere Pflege; in Deutschland wird noch bis zum 52. Grade n. Br. Weinbau getrieben, allerdings mit Auswahl der widerstandsfähigeren, ausdauernden Rebsorten und unter sorgfältiger Pflege.

In südlichen Ländern kann man die Weinstöcke in der Ebene oder auf kühleren Höhen anpflanzen; in der gemässigten Zone sind südlich gelegene Abhänge vorzuziehen. Hauptbedingung bleibt immer, dass eine gleichmässige Temperatur in der gewählten Gegend herrscht, dass sie vor kalten Winden geschützt ist und dass ausreichende, aber nicht zu starke Niederschläge zu erwarten sind.

Obgleich die Rebe fast in allen Bodenarten fortkommt, liefert

sie doch bessere und reichere Erträge, wenn sie auf geeignetem Boden kultivirt wird. Durch eine günstige Bodenbeschaffenheit können sogar etwaige Fehler in der Lage ausgeglichen werden. Ein guter Boden muss locker, trocken und warm sein, auch einen durchlässigen Untergrund haben, der den bis zu 6 m tief eindringenden Wurzeln keinen Widerstand entgegensetzt, sondern ihnen Nährstoffe und Feuchtigkeit bietet. Der obere Boden muss hingegen trocken sein, weil sonst ein stärkerer Laub- und Holztrieb eintritt, während der Ansatz und die Entwickelung der Früchte zurückbleibt. Am günstigsten für die üppige Entwickelung der Rebstöcke ist ein warmer, trockener Kalk- und ein quarzhaltiger Thonschieferboden, sowie ein Gemenge von verwittertem Granit, Kieselschiefer oder vulkanischer Lava.

Eine grössere Menge der leicht assimilirbaren Salze des Kalkes, Kalis, der Magnesia, der Phosphor-, Kiesel- und Schwefelsäure, sowie etwas Natron, Eisenoxyd, Manganoxydul und Chlor muss stets im Boden des Weinbergs enthalten sein.

Die *Arbeiten im Weinberge* beginnen mit dem Ausroden von Baumstümpfen und Fortschaffen grösserer Steine. Der Boden muss nöthigenfalls planirt und mit Drainage versehen werden. Ist der Berg sehr steil, so legt man gut fundamentirte Terrassen an, um kleinere ebene Flächen zu schaffen. Diese Terrassen sind sehr nützlich, da sie grössere Wärmemengen aufnehmen und reflektiren, auch das Herabschwemmen der Erde verhindern.

Das Rigolen, Rotten oder Roden des Bodens besteht in sehr gründlicher Umarbeitung und Auflockerung des Bodens, bis zu einer Tiefe von ungefähr 2 m. Diese Arbeit ist am besten im Spätherbst vorzunehmen; dabei wird die ausgegrabene Erde gleich mit dem nöthigen Dünger vermischt. Ferner kann beim Rigolen Thon- oder Lettenboden durch Zusatz von loser Erde oder kleinen Steinen gelockert, sandiger Untergrund mit Erde, Kompost oder Torf verbessert werden. Die nicht geringen Kosten des Rigolens werden durch gesteigerte Ertragsfähigkeit wieder eingebracht, da ein gut angelegter Weinberg bei rationeller Behandlung 30 bis 40 Jahre bebaut werden kann.

Will man einen alten, rebenmüden Weinberg wieder mit Reben bepflanzen, so lässt man ihn gewöhnlich nach dem Aushauen der Stöcke einige Jahre ruhen und bestellt ihn mit Klee, Esparsette etc. An der Mosel werden jedoch die Weinberge nach dem Aushauen sofort wieder angelegt und ungefähr alle 8 Jahre mit frischem, zerkleinertem Schiefer überzogen. Ein Wechsel der Rebsorten gestattet auch die unmittelbare Wiederanpflanzung des Weinberges.

Die Auswahl des Rebsatzes ist von grosser Wichtigkeit zur Erzielung eines qualitativ und quantitativ befriedigenden Ertrages. In grösserer Ausdehnung sollten nur Rebsorten gepflanzt werden, die erfahrungsmässig in der vorhandenen Bodenmischung gut gedeihen und zur völligen Reife der Trauben und des Holzes gelangen [1]).

Durch den Anbau nur einer Rebensorte, die *möglichste Reinheit des Rebsatzes* vereinfacht man alle im Weinberg vorkommenden Arbeiten; die Trauben reifen zur selben Zeit und der Wein

[1]) In Deutschland werden hauptsächlich *Riessling*-, *Sylvaner*-, *Traminer*- und *Gutedelreben* gepflegt.

wird gleichmässig entwickelt. Zieht man den Gemengsatz vor, so müssen die verschiedenen Sorten wenigstens gleichen Boden, sowie gleiches Klima erhalten. Es hat sich aber nicht bewährt, mehr als zwei bis drei Sorten in einem Weingarten anzupflanzen. Den später reifenden, edleren Sorten gibt man die wärmeren und geschützteren Stellen.

Die Bepflanzung des vorgerichteten Weinberges findet Ende April oder Anfang Mai statt. Die zur Anpflanzung bestimmten Wurzelreben hatte man schon im März dafür vorbereitet, indem man die überflüssigen Wurzeln sowie das alte Holz fortschnitt und die Fusswurzeln verkürzte. Nach dem Einsetzen der Wurzelreben begiesst man sie mit Wasser oder verdünnter Jauche und bedeckt sie mit leichter Erde oder Sand.

Düngung. Die Kultur des Weinstockes entzieht dem Boden jährlich bedeutende Mengen von Kali, Kalk, Magnesia und Phosphorsäure. Diese Stoffe sowohl wie Stickstoff müssen ersetzt, d. h. dem Boden als Düngung wieder zugeführt werden, wenn eine normale Entwickelung der Reben stattfinden soll.

Das Düngen wird gewöhnlich im Winter vorgenommen; die anzuwendende Menge richtet sich nach der Bodenbeschaffenheit und den Rebsorten. Zu reichliche Düngung befördert den Trieb des Holzes, beeinträchtigt aber die Menge und Güte der Früchte.

Von den verschiedenen Düngemitteln wird Stalldünger bei der Bearbeitung des Weinberges am meisten geschätzt; derselbe bietet der Rebe alle mineralischen Nährstoffe in leicht assimilirbarer Form, ferner erwärmt und lockert er den Boden und bereichert ihn noch mit einer gewissen Menge Humus. Der Stalldünger wird nicht frisch in den Weinberg gebracht, sondern in mässig verrottetem Zustande.

Der Kompost oder Mengedünger besitzt den gleichen Werth wie Stalldünger und kann ebenso verwendet werden.

Gründüngung findet vorwiegend in südlichen Weinländern statt. Zwischen den Reihen der Rebstöcke werden kali-, phosphorsäure- und stickstoffreiche Pflanzen angesät und nach einiger Zeit untergegraben.

Natürliche mineralische Dünger, wie pulverisirter Schiefer, Basalterde, Thonschiefer, Flussschlamm etc., führen dem Boden bedeutende Mengen von Nährstoffen zu. Eine solche Düngung, Ueberfahren genannt, findet besonders an der Mosel, am Rhein und an der Nahe statt.

Kunstdünger wird in der Weinkultur verhältnissmässig wenig Anwendung finden. Dies erklärt sich wohl zum Theil aus der Schwierigkeit, die Menge der gerade fehlenden Bestandtheile zu ermitteln.

Im Januar werden ausser dem Einbringen des Düngers in fertig angelegten Weinbergen keine Arbeiten vorgenommen. In neu angelegten Weinbergen kann der Boden rigolt werden. Ferner sind die Rebpfähle und die Bindematerialien in Ordnung zu bringen.

Im Februar und März beginnt der Schnitt der Reben, wenn derselbe nicht schon im Herbst erledigt ist. Dabei werden die Stöcke aufgeräumt und etwa angehäufelte Erde geebnet. Sodann erfolgt die erste Haue oder Behackung der Weinberge (Rühren oder Felgen) und das Einstecken der Pfähle. Beim Hacken wird das Unkraut, sowie die Thauwurzeln entfernt und der Dünger eingebracht. In neu angelegten Weinbergen wird jetzt das Planiren, Ausstecken und Rebensetzen vorgenommen; in der Rebschule beginnt das Einlegen der Schnittlinge.

Im April setzt man die begonnenen Arbeiten fort und fängt bei feuchter Witterung das Biegen und Anheften der Bogreben an.

Im Mai trifft man Massregeln, um die Reben vor Frost zu bewahren. Jetzt werden auch Wurzelreben oder angetriebene Schnittlinge angepflanzt und Lücken im Weinberg durch Vergruben ausgefüllt. Am Ende des Monats beginnt man mit dem Pfropfen der Rebe sowie mit dem Ausbrechen der Triebe und dem Einkürzen der Fruchtruthen. Zur Zeit der Traubenblüthe wendet man besondere Aufmerksamkeit auf die Vernichtung schädlicher Insekten.

Im Juni beendet man das Ausbrechen der Triebe und das Kürzen der Fruchtruthen; sonst wird aber wenig im Weinberg gearbeitet, um die Befruchtung der Blüthen nicht zu stören. Nach der Blüthe erfolgt bei trockenem Wetter die zweite Behackung des Bodens. Die zur Gründüngung angesäeten Pflanzen werden dabei untergegraben.

Im Juli findet das Heften und Binden der Ruthen statt, sowie das Ausbrechen der Geizen. Bei der Kultur der Tafeltrauben verkürzt man bald nach der Blüthe lange Trauben um ein Drittel ihrer Länge oder entfernt, sobald die Beeren Erbsengrösse erreicht haben, die kleineren, damit sich die übrigen besser entwickeln.

Im August wird durch eine dritte Behackung das Unkraut entfernt, sobald die Trauben weich werden. Die weiter gewachsenen Triebe werden geheftet und die ausgetriebenen Geizen ausgebrochen. Ende August beginnt man mit dem Gipfeln der Weinstöcke.

Im September erfolgt noch vor der Traubenreife die vierte Behackung. Die reifenden Trauben sind gegen Insekten, Vögel und Diebstahl zu schützen. Da jetzt die Eigenschaften der einzelnen Stöcke am besten zu beurtheilen sind, werden die zur Vermehrung geeigneten sowie die ausgearteten, unbrauchbaren bezeichnet. Die zur Weinlese und Kelterung erforderlichen Geräthschaften müssen auch in diesem Monat in Ordnung gebracht werden, da meist im Oktober die Traubenlese beginnt.

Nach der Weinlese nimmt man in manchen Gegenden den Rebschnitt vor und entfernt die Pfähle aus dem Boden.

Die folgenden Monate des Jahres können zum Düngen, Kompostbereiten, Ausbessern der Mauern im Weinberg, Herstellen von Rebpfählen etc. benutzt werden.

Die verschiedenen Krankheiten der Reben entstehen zum Theil durch die Einwirkung parasitischer Insekten und parasitischer, pflanzlicher Organismen; andererseits werden sie durch meteorologische und Bodenverhältnisse hervorgerufen.

I. Thierische Parasiten als Krankheitserreger. Von den zahlreichen Thieren, welche die Reben schädigen, müssen als die gefährlichsten folgende bezeichnet werden:

1. die Wurzellaus des Weinstockes oder Reblaus (Phylloxera vastatrix),
2. der Springwurmwickler (Tortrix pilleriana oder Pyralis vitana),
3. der Heu- oder Sauerwurm (Tortrix ambiguella),
4. der stahlblaue Rebenstecher oder Stichling (Rhynchites betuleti),
5. Curculio griseus,
6. der Weinstock-Fallkäfer (Eumolpus [Bromius] vitis),
7. der Rebenschneider (Lethrus cephalotes),
8. der Wein-Laubkäfer (Melolontha vitis),
9. die Blattmilbe des Weinstocks (Phytoptus vitis),
10. die Rebenschildlaus (Coccus vitis).

Die Wurzellaus des Weinstockes (Phylloxera vastatrix), dieser Hauptfeind der Reben, gehört zu den Halbflüglern oder Schnabelkerfen; sie ist

von gelblicher Farbe und ungefähr 0,8 mm lang. Wahrscheinlich stammt sie aus Amerika; 1863 wurde sie zuerst in England bemerkt, 1865 in Frankreich; und in den folgenden Jahren wurde sie in den meisten weinbautreibenden Ländern Europas [1]) beobachtet.

Die Wurzeln der von der Phylloxera befallenen Reben gehen in Fäulniss über, die Blätter vergilben und fallen ab. Es bilden sich gar keine oder nur verkümmerte Trauben, und nach ungefähr drei Jahren stirbt der Weinstock ab. Um den zuerst angegriffenen Stock breitet sich die Ansteckung im Kreise aus.

Zur Ausrottung der Phylloxera sind unzählige Mittel vorgeschlagen worden. In Frankreich, wo die grössten Verheerungen stattfanden, versuchte man mit gutem Erfolg europäische Reben auf widerstandsfähige amerikanische Rebensorten zu pfropfen.

In Deutschland wurde die Einfuhr ausländischer Reben verboten. Zur Bekämpfung der Phylloxera wird das Verbrennen der oberen und mehrmaliges Desinfiziren der unteren Theile mit Schwefelkohlenstoff etc. empfohlen. Erst im nächsten Jahre, nachdem der Boden vollständig von der Phylloxera befreit ist, dürfen andere Kulturpflanzen gebaut werden. Der Anbau von Reben soll aber erst nach einigen Jahren wieder stattfinden.

Der Springwurmwickler, Pyralis vitana (Tortrix pilleriana) ist ein gelblicher, 10 bis 16 mm langer Schmetterling. Die Raupen des Wicklers beginnen nach der Ueberwinterung ihre zerstörende Thätigkeit. Diese 2,5 bis 3 cm grossen grünen Raupen zerfressen die jungen Blätter, mitunter auch die Träubchen. Während der Ueberwinterung können die jungen Raupen vernichtet werden durch das Vergraben der Weinstöcke, durch Kappen und Abbürsten der Reben, durch Anstreichen oder Anwenden chemischer Mittel, sowie durch Reinigung der Rebpfähle; am zweckmässigsten dürfte die Vernichtung der Eier Anfangs August sein.

Der Heu- oder Sauerwurm, Traubenwickler (Tortrix ambiguella) ist ein kleiner, gelblicher, 5 mm langer Schmetterling, dessen Raupe sich in den Blüthen einspinnt und sie abnagt; die im Sommer auskriechenden Raupen bewirken das Sauerwerden der von ihnen bewohnten Beeren.

Zur Vernichtung der Raupen sind alle Abfälle wie abgeschnittene Reben, Haftstroh etc. zu entfernen, um dem Insekt keine Plätze zum Verpuppen zu gewähren; auch durch Abschälen der alten Rinde können die Puppen beseitigt werden. Oefteres Bespritzen der Weinstöcke mit 1 %iger Schwefelkaliumlösung soll die Schmetterlinge verscheuchen und am Eierlegen hindern.

Die anderen oben genannten Insekten können bei stärkerem Auftreten zwar grossen Schaden verursachen, aber niemals wie die drei geschilderten ganze Ernten oder selbst ganze Weinberge vernichten.

II. Pflanzliche Organismen als Krankheitserreger. Von den pflanzlichen Parasiten ist besonders der Traubenpilz oder Weinstockschimmel (Oïdium Tuckeri) gefürchtet und der Schwarzbrenner oder schwarze Brand (Sphaceloma ampelinum). Der Traubenpilz überzieht die Blätter, Rinden und Trauben mit einer weissen, mehlartigen, stärkeren oder schwächeren Kruste. Der Pilz schadet den Rinden und Blättern wenig; den Trauben kann er aber je nach der Zeit seines Auftretens sehr gefährlich werden. Befällt er dieselben vor ihrer vollständigen Entwickelung, so springen sie auf und vertrocknen oder verfaulen schliesslich. Bei späterem Auftreten des Pilzes wird das normale Reifen der Trauben weniger beeinträchtigt. Zur Vernichtung des Pilzes wird Bestreuen mit Schwefel oder mit gepulvertem Pyrit und Schwefeleisen empfohlen.

Der schwarze Brenner (Pech, schwarzer Brand), ein mikroskopisch kleiner Pilz, bildet grosse schwarze Flecke auf den Beeren, Trieben und Blättern des Weinstockes. Die davon befallenen Theile vertrocknen und fallen ab, und die Beeren platzen auf. Der Pilz verbreitet sich besonders unter dem Einfluss der Feuchtigkeit; seine Entwickelung wird durch Bestäuben mit einem Gemisch von Schwefel und Kalkpulver verhindert.

III. Meteorologische und Bodenverhältnisse als Krankheitserreger. Die Ursachen der eigentlichen Krankheiten der Reben — im Gegensatz zu den durch Parasiten hervorgerufenen — sind noch nicht genügend aufgeklärt,

---

[1]) In Amerika findet sich noch eine Art Phylloxera, welche an den Weinblättern warzenartige Gallen bildet. Die Clinton- und Taylor-Reben werden am häufigsten von dieser gallenbewohnenden Form befallen.

um erfolgreich bekämpft zu werden. Man nimmt an, dass ungünstige Bodenverhältnisse, d. h. Armuth an Pflanzennährstoffen oder ein zu grosser Gehalt an schädlichen Stoffen, Bodenfeuchtigkeit sowie anhaltende Trockenheit, Verletzung der Wurzeln, auch zu hohes Alter der Rebe Krankheitserscheinungen veranlasst, wie den Grind der Reben, den Abfall der Blätter, den Seng, die Wurzelfäule, die Gelbsucht und das Abröhren.

Die Einflüsse von Regen, Hagel und Frost sind für das Gedeihen des Weinstockes von so einschneidender Bedeutung, dass eine gute Weinernte nicht oft eintritt. Grosse Trockenheit sowie häufiger Regen, besonders zur Zeit der Blüthe, beeinflussen die Entwickelung der Trauben ungünstig. Spätfröste im Frühling bringen die jungen Triebe nicht selten zum Absterben, wenn das Aufthauen zu schnell stattfindet.

Den durch Frost oder Hagelschlag angerichteten Schaden sucht man durch zweckmässiges Zurückschneiden möglichst wieder auszugleichen.

Um das Erfrieren der Reben zu verhindern, wird häufig das Rebholz über Winter in den Boden gesteckt; mitunter bedeckt man die Pflanzen auch vollständig mit Strohhüllen, oder man wendet wasserdichte Frostschirme aus Kartonpapier oder Stroh an. Diese Schutzmassregeln bleiben immerhin umständlich und kostspielig; sie können sogar durch Absperrung von Licht und Luft schaden. Gegen Spätfröste schützt man die Reben durch Hervorbringen einer künstlichen Bewölkung. Man erzielt dieselbe durch Anzünden von Feuern, welche wenig Wärme, aber viel dichten, schweren Rauch verbreiten. Passendes Material für solche Feuer sind: Nessler'sche Räucherkerzen, feuchte Melden mit Fasspech, angefeuchtetes Kartoffelkraut, Theer, Lohe, Sägespähne, Pechkränze etc.

Das Reifen der Trauben und des Rebholzes. Die Vorbedingung für eine gute Weinernte ist eine hohe Sommertemperatur und wenig Regen, jedoch keine zu grosse Trockenheit.

Zur Erkennung der Traubenreife dienen verschiedene Merkmale. Unter normalen Verhältnissen zeigt das Abfallen der gelb oder röthlich gewordenen Blätter die Reife, d. h. den Zeitpunkt an, wo keine Zuckerzunahme mehr möglich ist. Ausserdem steht das Reifwerden der Früchte mit dem des Holzes in enger Verbindung, so dass man von dem Gelb-, Roth- oder Braunwerden des Tragholzes auf die fortschreitende Traubenreife schliessen kann. Ferner erscheinen die Hülsen der reifen Beeren dünn und weich und lassen nach Entfernung des Hauches die Kerne durchschimmern. Die Stiele der Beeren müssen bräunlich, ausgetrocknet und womöglich verholzt sein. In diesem Stadium sind die Trauben zur Gewinnung guter Weine brauchbar.

Bleiben die Trauben, bei günstiger Witterung, nach erlangter Reife noch am Stock hängen, so tritt die Ueberreife und schliesslich die sogen. Edelreife oder Edelfäule ein. Während die Beeren langsam eintrocknen, werden weisse Trauben bräunlich gefleckt oder röthlich; rothe Trauben werden bläulich oder mehr lichtroth und die Beeren bedecken sich mit Pilzen. Die etwaigen Verluste an Zucker und Saft werden reichlich aufgewogen durch die hohen Preise der aus diesen eingetrockneten und überreifen Beeren gewonnenen Trockenbeer- und Ausbruchweine. Allerdings können nur die spätreifenden hartschaligen, weissen und rothen Traubensorten in den besten Lagen die Edelreife erlangen.

Bestimmung der Traubenlese. In vielen weinbautreibenden Gegenden herrscht noch der Herbstzwang, d. h. der Beginn der Weinlese wird von der Ortsbehörde bestimmt. Einige Zeit vor der Reife werden die Weinberge von der Obrigkeit gesperrt, um ein zu frühes Lesen und damit eine Verschlechterung des Weines zu verhindern. Sobald Sachverständige die Reife der Trauben bestätigt haben, werden

die Weinberge freigegeben, so dass jeder Besitzer seine Trauben lesen oder sie bis zur Erreichung der Edelreife [1]) hängen lassen kann. Ausnahmsweise wird auch wohl ein früheres Herbsten gestattet, zu Gunsten der Tafeltrauben [2]) und frühreifenden Sorten.

Die zum Einsammeln der Trauben verwendeten Geräthschaften müssen von grösster Sauberkeit sein und frei von jedem Schimmelgeruch. Das Einbringen der Trauben erfordert ein zuverlässiges, im Sortiren und Auslesen geübtes Personal. Die Lese soll bei trockenem Wetter vorgenommen werden und nach einem Regen so lange aufgeschoben werden, bis die Feuchtigkeit auf den Beeren wieder verdunstet ist [3]). Bei trockener Witterung ist zwischen 9 und 4 Uhr die beste Zeit zum Einbringen der Trauben und Vornehmen der Auslese.

Die Trauben werden mit Messern oder zweckmässiger mit Traubenscheeren von den Stöcken getrennt und in kleinen Körben oder hölzernen Kübeln gesammelt. Dabei sind die Trauben nach ihrer Beschaffenheit zu sortiren. Nicht allein die verschiedenen Sorten müssen getrennt behandelt werden, sondern auch die nothreifen, faulen oder sauren Beeren derselben Sorte sind auszuscheiden, da schlechte Beeren die Qualität, Farbe und Haltbarkeit des Weines gefährden.

Eine sorgfältige Traubenlese, wie sie besonders in Deutschland stattfindet, verlangt ein sehr gut geschultes Personal.

Sind die kleinen Kübel gefüllt, so werden sie in grössere Traggefässe (Legel oder Logel) geschüttet und diese wieder in grössere Sammelbottiche entleert. Entweder werden die Trauben unzerquetscht nach dem Presshause gefahren oder schon vor dem Verladen zerkleinert und in Mostladegefässe gefüllt. Dies sind starke Fässer, welche oben mit einem viereckigen Loch und viereckigem Trichter versehen sind. Nach dem Einfüllen der zerdrückten Trauben wird das Loch geschlossen.

Findet ein Auslesen der Trauben nicht statt, so gebraucht man nur ein grosses Fass, welches auf dem Wagen bleibt und durch ein Entladethürchen im Boden mittelst Holzkrücke entleert wird.

Ueber die Bestandtheile der Traube in den verschiedenen Stadien der Entwickelung geben die auf S. 724 und 725 von Neubauer aufgestellten Tabellen Aufschluss.

Weinbereitung.

Die Gewinnung des Mostes erfordert zunächst ein Oeffnen der Beeren, das sogen. Maischen.

[1]) In manchen Weingegenden, im Rheingau, in der bayerischen Rheinpfalz etc., werden die edelsten Sorten durch Spätlesen, mitunter im Dezember, geerntet; die reifen und eingetrockneten Beeren gewinnen durch den Frost und geben zuckerreiche, hochfeine Weine.

[2]) Die direkte Verwerthung der Trauben bietet dem Weinbauer grosse Vortheile. Beim Versandt der Trauben ist der Verpackung besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Viereckige, nicht zu grosse Weidenkörbe sind besser als Kisten, da sie den Luftzutritt ermöglichen. Die Trauben werden am zweckmässigsten ohne Zwischenmaterial 25 cm hoch über einander gepackt. Nur hartfleischige Sorten eignen sich für den Transport.

[3]) In der Champagne werden nach v. Babo die für moussirende Weine bestimmten Trauben nur im Thau gelesen und an nicht nebligen Tagen wird um 9 Uhr mit der Lese ausgesetzt.

Das Zerdrücken der Trauben wird entweder im Weinberg selbst oder im Presshaus vorgenommen. Obwohl geeignete Mühlen konstruirt sind, findet das Oeffnen der Trauben doch vielfach, zumal in Frankreich, Griechenland und Ungarn, in sehr primitiver Weise dadurch statt, dass man die Beeren in grösseren Bottichen mit blossen Füssen oder schweren Stiefeln zertritt; auch kegelförmige Stössel verwendet man.

Traubenmühlen, die eine nicht zu feine und nicht zu breiige Masse liefern sollen, enthalten gewöhnlich zwei Holzwalzen, zwischen denen die Beeren ausgepresst werden. Eine gute Maischvorrichtung soll die reifen Beeren zerdrücken, ohne die Hülsen und Kämme zu zerreissen und ohne die Kerne sowie unreife Beeren zu zerdrücken. Betreffs der verschiedenen Konstruktionen vergl. Dahlen und Babo (l. c. 245, 885).

Die Kämme werden öfters von den Beeren getrennt, da sie in Folge ihres Gehaltes an Gerbsäure, Weinsäure etc. dem Wein eine unangenehme Säure verleihen würden. Wenngleich die Quantität des Mostes sich bei ihrer Abscheidung verringert, so gewinnt man doch an Qualität des Weines und stellt in dieser Weise die besten Weine her.

Zum Abbeeren[1]) (Abrappen) der Trauben benutzt man gewöhnlich Rebelgitter, das sind Siebe, deren Maschen wohl die Beeren, aber nicht die Kämme durchlassen. Man legt sie auf geeignete Bottiche und bewegt die zerdrückten Trauben mit Krücken auf ihnen, wobei die Beeren in den Bottich fallen.

Zweckmässiger verbindet man das Zerdrücken mit dem Abbeeren. Ein empfehlenswerther Apparat, den J. Nessler angibt, ist in Fig. 288 veranschaulicht. In einem viereckigen Kasten A sind als Boden Stäbe c aus hartem Holz angebracht, die so weit aus einander stehen, dass die

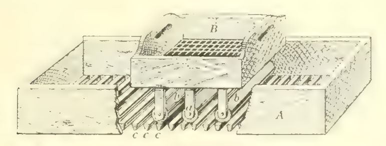


Fig. 288. Nessler's Apparat zum Abbeeren und Zerdrucken der Beeren

ganzen Beeren nicht zwischen ihnen hindurchfallen können. Am oberen Rand von A lässt sich ein zweiter Kasten B bequem hin- und herschieben, der unten mit einem Drahtnetz bespannt ist, zwischen dessen Maschen die Beeren hindurchfallen, während die Kämme zurückbleiben. Die Walzen b, welche durch Schienen a an B befestigt sind, sind von den Stäben c so weit entfernt, dass die auf c fallenden Beeren zerquetscht werden, während die Kerne ganz bleiben.

Zum Gebrauch legt man A auf einen Bottich, füllt den Kasten B

[1]) Häufiger als das Abbeeren nimmt man das Entfernen der Kämme nach dem Maischen vor. Zumal Rothweine müssen derartig bereitet werden, da sie sonst leicht rauh werden.

Riesslingtrauben aus dem Domäneweinberg Neroberg.

	27. Juli	9. Aug.	17. Aug.	28. Aug.	7. Sept.	17. Sept.	28. Sept.	5. Okt.	12. Okt.	22. Okt.
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Gewicht der ganzen Traube	17,55	39,9	60,3	70,8	127,6	85,73	197,6	116,85	73,3	–
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Beeren	96,15	94,39	96,41	95,48	97,16	96,91	96,47	96,34	96,21	–
Kämme	3,85	5,61	3,59	4,52	2,84	3,09	3,53	3,66	3,79	–
	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Durchschnitts-gewicht einer Beere	0,7295	1,0634	1,0507	0,9257	1,3359	1,4443	1,7089	1,6348	1,2592	1,0452
Spezifisches Gewicht der Beere	1,027	1,029	1,0365	1,0715	1,0715	1,096	1,092	1,102	1,109	–
	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm	ccm
Durchschnittl. Volum einer Beere	0,7103	1,0334	1,0137	0,8639	1,2427	1,3178	1,5649	1,4835	1,1354	–
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Pulpa (Beere ohne Kern)	88,45	88,78	91,23	94,68	94,85	95,10	95,39	94,97	94,86	95,04
Feuchte Kerne	11,55	11,22	8,77	5,32	5,15	4,90	4,61	5,03	5,14	4,96
Saftmenge der Beeren	92,76	92,04	92,98	94,64	95,03	94,83	95,15	94,81	94,36	93,92
Unlösliche Bestandtheile und Kerne	7,24	7,96	7,02	5,36	4,97	5,17	4,85	5,19	5,64	6,08
Lösliche Bestandtheile:										
Fruchtzucker	0,599	0,896	2,251	8,155	11,966	18,431	17,478	16,907	18,632	17,861
Freie Säure als Weinsteinsäure berechnet	2,675	2,858	2,846	1,973	1,197	0,952	0,805	0,816	0,943	0,592
Proteïnsubstanzen [1]	0,224	0,203	0,147	0,198	0,229	0,250	0,232	0,232	0,246	0,256
Extraktstoffe [2]	0,386	0,386	0,543	1,364	0,963	0,842	1,462	1,377	2,004	2,328
Mineralbestandtheile [3]	0,382	0,354	0,369	0,386	0,423	0,471	0,530	0,573	0,597	0,534
Summe der löslichen Körper	4,266	4,697	6,156	12,076	14,778	20,946	20,507	19,905	22,422	21,571
Unlösliche Bestandtheile:										
Trockene Kerne	4,393	5,333	4,668	3,189	3,232	3,326	3,099	3,444	3,422	3,384
Asche der Kerne [3]	(0,123)	(0,154)	(0,130)	(0,080)	(0,088)	(0,083)	(0,077)	(0,081)	(0,080)	(0,093)
Schalen u. Cellulose in SO_3 unlöslich	1,992	1,764	1,697	1,369	1,100	1,075	1,000	1,029	1,204	1,774
In SO_3 lösliche organische Stoffe	0,580	0,643	0,430	0,538	0,384	0,475	0,429	0,395	0,484	0,301

Mineralbestandtheile der Schalen[3])	0,021	0,017	0,016	0,015	0,017	0,018	0,020	0,013	0,028	0,058
Stickstoffhaltige Körper[1])	0,257	0,201	0,206	0,248	0,237	0,279	0,302	0,364	0,506	0,560
Summe der unlöslichen Körper	7,243	7,958	7,017	5,359	4,970	5,173	4,850	5,185	5,644	6,077
Wasser	88,491	87,345	86,827	82,565	80,252	73,881	74,643	74,910	71,934	72,352
Kali- u. Phosphorsäuregehalt der Beeren (incl. Kerne):										
Phosphorsäure	0,053	0,068	0,057	0,051	0,064	0,069	0,074	0,087	0,083	0,070
Kali	0,257	0,217	0,237	0,237	0,321	0,331	0,327	0,378	0,391	0,413
			Spur von Erweichung	Erweichung					Beeren noch ganz gefüllt Edelfaul	Faul und geschimmelt

Berechnet man vorstehende Zahlen auf 1000 Stück Beeren, so ergibt sich:

In 1000 Rieslingbeeren waren enthalten in Grammen:

Durchsch.-Gewicht von 1000 Beeren	729,5	1063,4	1050,7	925,7	1335,9	1444,3	1708,9	1634,8	1259,2	1045,2
Fruchtzucker	4,4	9,6	23,7	75,5	159,9	266,2	298,7	276,4	231,6	186,7
Freie Säure	19,6	30,4	30,0	18,3	16,0	13,7	15,8	13,3	11,9	6,2
Proteïnsubstanzen	1,6	2,2	1,5	1,8	3,1	3,6	4,0	3,8	3,1	2,7
Extraktstoffe	2,8	4,1	5,7	12,6	12,9	12,1	25,0	22,5	25,2	24,7
Mineralbestandtheile	2,8	3,8	3,9	3,6	5,7	6,8	9,1	9,4	7,5	5,6
Summe der löslichen Stoffe	31,2	50,1	61,8	111,8	197,6	302,4	350,6	325,4	282,3	225,5
Kerne	32,1	56,7	49,0	29,6	43,2	48,0	53,0	56,3	43,1	35,4
Asche der Kerne	(0,9)	(1,6)	(1,4)	(0,7)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,3)	(1,0)	(1,0)
Cellulose	11,6	18,8	17,8	12,7	14,7	15,5	17,1	16,8	15,2	18,5
Mineralbestandtheile	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,3	0,2	0,4	0,6
In SO_3 lösliche organische Stoffe	4,2	6,8	4,5	5,0	5,2	6,9	7,3	6,5	6,1	3,1
Stickstoffhaltige Körper	1,9	2,1	2,2	2,3	3,2	4,0	5,2	5,0	6,4	5,9
Unlösliche Stoffe	52,9	84,6	73,7	49,7	76,5	74,7	82,9	84,8	71,2	63,5
Wasser	645,4	928,7	912,2	764,2	1061,8	1067,2	1275,4	1224,6	905,7	756,2
Phosphorsäure	0,387	0,723	0,600	0,472	0,855	0,997	1,265	1,422	1,045	0,732
Kali	1,875	2,306	2,490	2,194	4,288	4,824	5,588	6,179	4,924	4,317

[1]) Angenommener Stickstoffgehalt der Eiweisskörper 15,5 %, Ammoniak und Salpetersäure nicht berücksichtigt. — [2]) Nicht näher bestimmbare organische Stoffe. — [3]) Asche und Kohlensäure.

theilweise mit Trauben und bewegt ihn hin und her. Hierbei fallen die Beeren durch das Sieb auf die Stäbe c, werden zerdrückt und gelangen dann in den Bottich; die Kämme bleiben in B zurück.

Selten, speziell zur Bereitung von Schaumweinen, gelangen die unzerdrückten Trauben direkt in die Presse; man erreicht hierbei, dass weniger Saft aus den Hülsen etc. aufgenommen wird.

Das Abpressen, Keltern (Kaltern) der zerdrückten Beeren findet in Pressen verschiedenartigster Konstruktion statt: eine vollkommene Gewinnung des Saftes wird meistens insofern nicht angestrebt, als aus den Trestern gewöhnlich noch Nachwein gewonnen wird.

Am häufigsten verwendet man Spindelpressen und Hebelpressen. Die verschiedenen Konstruktionen werden von Babo (l. c. 907) besprochen. Besondere Aufmerksamkeit ist dem Presskorb zu widmen, der vor Allem den Most leicht ablaufen lassen soll. Durch Einlegen von Weidenböden oder Bündeln geschälter Weidenruthen in die Maische fördert man den Abfluss.

Der schon beim Maischen abgelaufene Saft ist der am meisten geschätzte und liefert den Vorwein. Beim Pressen läuft zuerst ein süsserer Saft ab wie am Schluss, wo auch die zerdrückten unreifen Beeren Säure und Gerbstoff abliefern.

Für Rothwein wird die aus den von Kämmen befreiten Beeren hergestellte Maische erst nach Eintritt der Gährung gepresst, damit der entstandene Alkohol den Farbstoff der blauen und rothen Hülsen (Oenocyanin) auszieht.

Die Zusammensetzung des Mostes ist eine sehr mannigfache; der Zuckergehalt schwankt zwischen 10 und 30%. Das Verhältniss zwischen vorhandener Säure (Wein- und Apfelsäure) und Zucker ist im günstigen Fall 1 : 29; in mittleren Jahren bei leichten Traubensorten 1 : 16. Zur Kennzeichnung der Jahrgänge ist dieses Verhältniss am geeignetsten. Von anderen Bestandtheilen finden sich Eiweissstoffe (0,2 bis 0,8%), Inosit und Mineralstoffe. Most von „Riessling“ und „Auslese“ enthielt:

	Riessling	Auslese
Zucker	18,06	24,24
Freie Säure	0,42	0,43
Eiweissstoff	0,22	0,18
Mineralbestandtheile	0,47	0,45
Gerb- und organische Säuren / Extraktivstoffe	4.11	3.92
Wasser	76,72	70,78

Die Mostwaage, ein Aräometer zur Bestimmung des Extrakt- resp. Zuckergehaltes des Mostes, zeigte im ersten Fall 95°, im zweiten 115° an.

Die Ausbeute an Maische beträgt etwa 50 Vol.-% der Trauben. Dem Gewicht nach sind ca. 109 kg Trauben auf 1 hl Maische zu rechnen.

In der Maische sind ca. 75% Most und 25% Treber enthalten; die Kämme betragen ca. 4%. Doch ändern sich diese Verhältnisse sehr stark je nach der Grösse und Feinschaligkeit der Beeren; beispielsweise schwankte am selben Ort die Mostausbeute zwischen 65 und 90%. 1 hl Most erfordert ca. 150 kg Trauben.

Gährung. Die Gährung des Mostes tritt in zwei Stadien ein: als Hauptgährung und als Nachgährung, stille oder Jungweingährung.

Hauptgährung. Der Most wird schon nach mehrstündigem Stehen trübe, indem sich die Hefekeime aus der Luft, den Beeren etc.

entwickeln und eine Gährung veranlassen. Vor Allem kommt Saccharomyces ellipsoïdeus (gewöhnliche Weinhefe) zur Entwickelung, neben der jedoch auch wilde Hefe, sowie Mykodermen und Bakterien vegetiren.

Je wärmer der Most ist, um so stürmischer vergährt er; am Rhein findet zuweilen Untergährung statt, wenn die Temperatur unter 15° sinkt, während im Süden meist Obergährung bei 15 bis 25° erfolgt. Bei Temperaturen über 35° erleidet man nicht nur Verluste an Alkohol und Bouquet, sondern die Vergährung erfolgt auch unsicher und Weinfuselöle bilden sich reichlicher als bei normaler Temperatur; ebenso nachtheilig wirkt zu niedere Temperatur.

Nachdem der Most im Gährkeller in Gährkufen 3 bis 14 Tage, selten länger vergohren ist, ist die Hauptgährung beendet. Am Rhein wird der Wein häufig schon in diesem Zustand getrunken.

Die Frage, ob beim ersten Vergähren die Luft Zutritt erhalten soll oder nicht, wird in der Praxis verschieden beantwortet. Neuerdings sucht man den Most durch Bewegen mit einem Schaufelrad oder durch Peitschen (Mostpeitsche) in innige Berührung mit der Luft zu bringen, ein Verfahren, das besonders für hochfeine Weine mit hohem Zucker- und Eiweissgehalt empfehlenswerth sein soll. Dagegen suchen andere die Luftzufuhr möglichst einzuschränken und bringen an den Kufen einen hydraulischen Verschluss an.

Die Nachgährung verläuft unter wesentlich geringerer Kohlensäureentwickelung bis in den Anfang des neuen Jahres hinein, und zwar dauert sie um so länger, je kühler der Gährraum ist. Die Hefe scheidet sich hierbei aus und das Kaliumbitartrat krystallisirt in dem Maasse aus, als der Alkoholgehalt zunimmt; beide bilden das Weingeläger.

Wenn der Wein von der ersten Gährung auf Fässer gezogen wird, so lässt man die Trestern zurück, füllt bis zum Spund und verschliesst diesen lose.

Zum Lagern und Reifen wird der völlig vergohrene Jungwein vom Geläger abgezogen (abgestochen) und in grossen eichenen Lagerfässern, deren Spund verschlossen ist, in kühlen unterirdischen Kellern aufbewahrt, bis er flaschenreif ist.

Die Vorgänge bei der Reifung sind wesentlich Oxydationen; Eiweiss- und Gerbstoffe, resp. deren Zersetzungsprodukte werden gefällt und reissen Farbstoff mit sich. Aus den bei der Gährung gebildeten Fuselölen und Fettsäuren, besonders aus dem Fett der Kerne, entstehen die Ester, welche das Bouquet ausmachen. Ausserdem findet in Folge Verdunstung von Alkohol ein Schwinden des Weines statt, und die Fässer müssen daher stets nachgefüllt werden, damit nicht Wucherungen von Pilzen und Bakterien stattfinden.

Zur Beschleunigung des Reifens, das gewöhnlich 1 bis 2 Jahre dauert, wird der Wein öfters umgefüllt. Um die hierbei entstehende Trübung zu beseitigen, klärt oder schönt man den Wein, indem man Leim (Gelatine, Hausenblase), Eiweiss, Blut, Milch, Gyps[1]), Klärerde

---

[1]) Durch dieses Gypsen wird gleichzeitig Weinstein zerlegt und bei Rothwein die Farbe erhöht.

(ein Kaolin) etc. zusetzt und hierdurch einen Niederschlag mit der Gerbsäure des Weins erzeugt, welcher die trübenden Stoffe niederschlägt.

Ueber die Veränderungen des Mostes durch die Gährung gibt nachstehende von Bersch aufgestellte Tabelle Aufschluss:

Bestandtheile	Most	Wein nach der Hauptgährung	Jungwein
Ursprüngliche Bestandtheile des Mostes.			
Traubenzucker: Dextrose	vorhanden	wenig	keine [1]
Chilariose	dto.	dto.	keine [1]
Inosit	dto.	unverändert	unverändert
Rohrzucker?	?	keinen	keinen
Weinsäure	vorhanden	weniger	weniger
Traubensäure	dto.	dto.	dto.
Aepfelsäure	dto.	dto.	dto.
Citronensäure?	?	?	?
Bernsteinsäure	vorhanden	mehr	mehr
Glykolsäure	keine	?	?
Kohlensäure	wenig	mehr	weniger
Weinsaures Kalium	vorhanden	weniger	dto.
Aepfelsaures Kalium	dto.	vorhanden	vorhanden
Gummi	dto.	weniger	weniger
Pflanzenschleim	dto.	keinen	keinen
Pektinkörper	dto.	keine	keine
Eiweisskörper	dto.	weniger	weniger [2]
Fett	dto.	zersetzt	zersetzt
Bouquetstoffe der Traube	dto.	verändert	verändert
Gerbstoff	dto.	dto.	dto.
Quercitrin	dto.	weniger	weniger
Quercetin	dto.	mehr	mehr
Aetherische Oele?	bei gew. Traub.	vorhanden	vorhanden
Chlorophyll	vorhanden	keines	keines
Oenocyanin	a. blauen Traub.	mehr	weniger
Kalium (Lithium?) [4]	vorhanden	weniger	weniger
Natrium	dto.	vorhanden	vorhanden
Calcium	dto.	weniger	weniger
Magnesium	dto.	vorhanden	vorhanden
Aluminium	dto.	dto.	dto.
Mangan	dto.	dto.	dto.
Eisen	dto.	dto.	dto.
Phosphorsäure	dto.	dto.	dto.
Schwefelsäure	dto.	dto.	dto.
Chlor	dto.	dto.	dto.
Kieselsäure	dto.	dto.	dto.
Organismen	dto.	mehr	weniger
Traubenkerne	dto.	keine	keine
Erde	dto.	keine	keine
Wasser	dto.	weniger	weniger

[1]) Solches ist selbstverständlich nur bei völlig vergohrenen Weinen der Fall; bei Mosten mit hohem Zuckergehalt, die zuckerhaltige Weine liefern, nicht. — [2]) Die Eiweisskörper können bei richtiger Behandlung des Weines völlig verschwinden. — [3]) In der Traube fertig gebildet. — [4]) Solches ist nach Sandberger bei Weinen, die auf lithiumhaltigem Gestein wachsen, leicht möglich. (Man vergl. Bericht über den Weinbaukongress in Würzburg 1878, S. 73.)

Bestandtheile	Most	Wein nach der Hauptgährung	Jungwein
Gährungsprodukte ausser den genannten.			
Alkohol	keinen	vorhanden	mehr
Amylalkohol	dto.	dto.	weniger
Oenanthäther	dto.	dto.	weniger
Andere Aether	keine	dto.	mehr
Essigsäure	dto.	dto.	weniger
Bouquetstoffe [1]	dto.	dto.	mehr
Glycerin	keines	dto.	mehr
Glucinsäure	keine	?	?
Apoglucin	keines	?	?
Fäulnissprodukte, der Hefe entstammend.			
Ammoniak	dto.	keines	in Weinen, welche zu lange auf der Hefe lagern
Trimethylamin	dto.	dto.	

[1]) Bei der Gährung und durch Oxydation entstanden.

In neuerer Zeit wird bei der Weinbereitung wie beim Bier und Spiritus auch Reinhefe für die Gährung mit bestem Erfolg verwendet; die erhaltenen Weine klären sich schneller und werden haltbarer (Wortmann, Weinbau und Weinhandel 1892. 507).

Krankheiten des Weines entstehen meist durch Vegetationen von Mikroorganismen, speziell von Bakterien. Zu nennen ist:

a) das Sauerwerden des Weines in Folge Essigbildung, wenn zu viel Luftzutritt stattgefunden hat; etwas Essigsäure enthält jeder Wein;

b) das Umschlagen, das besonders bei Rothwein aus gefaulten Trauben eintritt, wird durch einen Spaltpilz hervorgerufen und kann den Wein in kürzester Zeit unbrauchbar machen;

c) das Bitterwerden des Weins hat eine ähnliche Ursache;

d) das Zäh- und Langwerden der Weissweine wird durch schleimige Gährung hervorgerufen;

e) Schwefelwasserstoffbildung findet in Folge Reduktion von Sulfaten und Zersetzung von Eiweiss statt; beseitigt wird der Schwefelwasserstoff durch Schweflige Säure oder öfteres Abzapfen des Weins.

Durch sorgsame Behandlung des Weines, insbesondere Reinlichkeit, Vermeidung zu hoher Temperatur und stetes Auffüllen beim Schwund der Fässer, lassen sich im Allgemeinen die Infektionskrankheiten verhüten.

Weinverbesserung [1]).

Die meisten Weinsorten werden durch Mischen der verschiedenen Sorten Most oder Jungwein (durch „Verschneiden") bereitet, um

[1]) Vergl. auch die Gesetzesbestimmungen S. 746.

Aroma und Geschmack nach Verlangen des Abnehmers zu gestalten. Nur die edelsten Sorten Most werden unvermischt vergohren.

Eine zulässige Verbesserung des sauren Mostes oder Weines ist das Chaptalisiren und das Gallisiren.

Die erstgenannte, von Chaptal am Anfang des Jahrhunderts eingeführte Operation nimmt man vor, wenn die Säure des Mostes mehr als ca. 0,65 % beträgt; in diesem Fall stumpft man sie durch reines Calciumkarbonat, resp. einfachweinsaures Kali ab und setzt Rohrzucker bis zum normalen Zuckergehalt hinzu [1]).

Gall führte das Verfahren ein, sauren und zuckerarmen Most durch Verdünnen mit Wasser und Zusetzen von Zucker auf die normale Beschaffenheit von 24 % Zucker und 0,65 % Säure zu bringen. In schlechten Jahren gestattet diese Methode, aus saurem Most trinkbaren Wein zu bereiten.

In Folge der häufig grossen Volumenvergrösserung [2]), welche das Gallisiren des Mostes bedingt, kann man das fertige Produkt unter Umständen schon als Halbwein betrachten (vergl. die gesetzlichen Bestimmungen).

Das Alkoholisiren, bestehend in einem Zusatz von mehreren Prozenten Alkohol, wird namentlich bei spanischen und portugiesischen Weinen vorgenommen, deren Alkoholgehalt dadurch bis auf 24 % gesteigert wird. Der alkoholisirte Wein muss erst einige Zeit lagern, da man sonst den Alkohol leicht durch den Geschmack erkennt.

Scheelisiren besteht in einem Zusatz von Glycerin (Scheelesches Süss), um ausgegohrenen, sauren Wein zu süssen, ohne seine Haltbarkeit zu beeinträchtigen; auf 1 hl Wein verwendet man 1 bis 3 l Glycerin.

Halbweine.

Halbweine, Tresterweine, Nachweine bereitet man vorzugsweise durch das Pétiotisiren. Pétiot schlug 1850 zuerst vor, den Gehalt der ausgepressten Trestern an Zucker, Säure, Bouquet- und Farbstoffen etc. noch dadurch zu verwerthen, dass man sie mit Zuckerwasser nochmals vergährt. Bei Anwendung reiner Materialien erhält man bei dieser Methode einen guten, billigen Wein, wie er namentlich in Frankreich viel bereitet wird. Einen Hauswein stellt man dort durch mehrfache, zuweilen fünfmalige Aufgüsse auf die Trestern dar.

Dass durch das Pétiotisiren auch eine Weinverbesserung stattfinden kann, erhellt aus folgendem Beispiel (Wagner S. 910). 1250 l Trebermost wurden gepresst und die erhaltenen 1000 l Most vergohren (Wein A). Die Trestern wurden mit 352 l heissem Wasser übergossen

---

[1]) Ein anderes Mittel zur Entsäuerung ist Gyps, wobei aber nachtheilige Wirkungen auf den Organismus (durch gebildetes Kaliumsulfat) nicht ausgeschlossen sind. Rothwein soll durch Gypszusatz eine schönere Farbe erhalten. Das Gypsen des Weines ist unzulässig. An Stelle von Gyps ist schliesslich auch Zuckerkalk und Strontiumtartrat zum Entsäuern vorgeschlagen.

[2]) Man versetzt beispielsweise: 100 Thle. Most von 10 % Zucker und 1,3 % Säure mit 70 Thln. Wasser und 38 Thln. Zucker; dann enthalten 100 Thle. desselben 24 Thle. Zucker (48 : 2) und 0,65 Säure (1,3 : 2).

und 12 Stunden digerirt; der nach dem Pressen erhaltene Tresterauszug (B) wurde nebst 71 kg Rohrzucker 1000 l desselben Mostes zugesetzt und dann die Mischung vergohren (Wein C). Die Zusammensetzung von 100 ccm der erhaltenen Weine (A und C), sowie des Tresterauszugs (B) zeigt die Tabelle:

Bestandtheile		Wein A	Wein C aus Most A, Tresterauszug B und Zucker	Tresterauszug B
Alkohol	ccm	4,8	7,5	—
Extrakt	g	2,32	2,02	4,85
Mineralstoffe	„	0,26	0,23	0,31
Säure[1])	„	0,945	0,59	0,71
Weinsäure	„	0,256	0,12	0,387
Kali (K_2O)	„	0,113	0,097	0,157
Kalk (CaO)	„	0,014	0,018	0,069
Magnesia (MgO)	„	0,014	0,012	0,014
Phosphorsäure (P_2O_5) . .	„	0,025	0,027	0,036
Schwefelsäure	„	0,008	0,010	0,013
Glycerin	„	0,520	0,860	—
Zucker	„	wenig	wenig	3,22

Durch mehrfache Wiederholung des Zuckerwasseraufgusses ist man im Stande, aus 1000 l Most ca. 2- bis 4000 l Wein zu erzielen, dem wohl noch Apfelwein etc. zugesetzt wird.

Kunstwein

wird im Gegensatz zu den Halbweinen ohne Zuhülfenahme natürlicher zuckerhaltiger Säfte bereitet. Spiritus, Syrup, Zucker, Glycerin, Stärkezucker, Weinstein, Tannin, Fruchtäther etc. spielen neben billigen Halbweinen oder Apfelweinen eine Hauptrolle bei der Darstellung. Derartige Fabrikate, die noch dazu häufig durch Verwendung fuselhaltigen Spiritus, giftiger Theerfarben und unreiner Rohprodukte gesundheitsschädlich sind, werden leider vielfach auf den Markt gebracht, obwohl dagegen strenge gesetzliche Vorschriften ergangen sind (vergl. am Schluss des Kapitels).

Schaumwein.

Schaumwein ist ein Wein, der wegen seines Gehaltes an Kohlensäure moussirt. Während in den eigentlichen Schaumweinen die bei der Gährung entstehende Kohlensäure im Wein (resp. in der Flasche) zurückgehalten wird, werden andere Schaumweine durch Einpressen von Kohlensäure hergestellt; derartige Weine werden wohl auch „schäumende Weine" im Gegensatz zu ersteren genannt.

Wahrscheinlich ist der älteste Schaumwein, der Champagner, bereits im 14. Jahrhundert bekannt gewesen. Neuerdings wird in Deutschland der Schaumwein meist Sekt[2]) genannt, obwohl hierunter vorwiegend süsser Wein aus Spanien etc. verstanden wird. In Deutschland hat man zuerst im ersten Drittel dieses Jahrhunderts mit der Bereitung von Schaumwein begonnen.

[1]) Berechnet als Weinsäure.

[2]) Von vino secco (Trockenbeerenwein), dem aus trockenen Beeren gepressten Wein aus Spanien, Italien etc.

Zur Herstellung der feinen Champagnersorten verwendet man in Frankreich vorzugsweise die schwarzen Burgundertrauben, die unter Innehaltung besonderer Vorsichtsmassregeln gelesen und gekeltert werden. Nachdem der Most vergohren und geschönt ist, wird der Jungwein verschnitten, so dass eine grössere Menge Wein von gleichartigen Eigenschaften erhalten wird. Ein zur Schaumweinfabrikation geeigneter Wein enthält in 1 l: 16 bis 18 g Zucker, 11 bis 12 Vol.-% Alkohol und 3 g Säure, berechnet als SO_3. Es muss daher der Jungwein einen durch Rechnung ermittelten Zuckerzusatz erhalten. Derselbe wird als Rohrzuckerlösung mit Bouquetstoffen, Weinsäure, Cognac, Wein etc. in Form von Liqueur zugegeben. Gewöhnlich fügt man auch noch etwas Alaun und Tannin hinzu, um bessere Klärung zu erreichen. Der nicht zur Vergährung gelangende Zucker ist im fertigen Wein als Invertzucker enthalten.

Die Vergährung des gezuckerten Weines findet im Gährkeller in fest verschlossenen Flaschen bei etwa 24° statt; die Füllung beträgt ca. 800 ccm, darüber bleibt bis zum Korken ein Raum von 16 ccm leer.

Die Champagnerflaschen haben einen genau cylindrischen Hals und sind auf einen Druck von 20 Atm. geprüft; der thatsächliche Druck, der in der Flasche unter normalen Verhältnissen herrschen soll, ist aber nur 5 Atm. Nach dem Verschliessen mit den besten, mit Wein oder Weinsäure getränkten Korken werden diese am Flaschenhals durch Schnüre und Eisendraht befestigt und die Flaschen in horizontaler Lage über einander gelegt. Nach mehreren Tagen neigt man den Flaschenhals immer tiefer, bis die Flaschen schliesslich mit der Mündung nach unten senkrecht stehen, so dass sich die Hefe, das Weingeläger, auf dem Korke ablagert. Um den Bodensatz zu entfernen, findet das Degorgiren statt, d. h. man öffnet die Flaschen, wobei der Bodensatz mit etwas Wein (ca. 50 ccm) herausgeschleudert wird. Zum Ersatz des beim Degorgiren verlorenen Weines wird Liqueur nachgefüllt: man dosirt. Dann wird so viel moussirender Wein nachgefüllt, dass die ursprüngliche Auffüllung der Flasche wieder erreicht ist; hierzu dient eine besondere Maschine, die den Kohlensäureverlust vermeidet (vergl. Dahlen l. c. und Hellenthal, Hilfsbuch für Weinbesitzer). Zur Verringerung des Druckes und Verzögerung der Gährung bringt man die Flaschen in kühlere Keller, in welchen sie insgesammt 2 bis 3 Jahre lagern.

Der Ueberdruck der Kohlensäure veranlasste früher ein derartig häufiges Zerspringen der Flaschen, dass ein Verlust von ca. 40% stattfand. Jetzt hat man denselben auf nur 4 bis 8% dadurch reduzirt, dass man durch das Salleron'sche Absorptiometer genau bestimmen kann, wie viel Kohlensäure der Wein absorbirt, resp. wie viel Zucker man ihm zusetzen muss, ohne einen Ueberdruck hervorzurufen. Zur Kontrole bringt man an einer der Flaschen ein Manometer (Aphrometer) an, das durch den Kork mit dem Inhalt der Flaschen korrespondirt und den vorhandenen Druck anzeigt.

Verwerthung der Rückstände.

1. Trestern. Ausser zur Bereitung von Tresterweinen (Pétiotisiren, s. oben) verwendet man dieselben auch zur Darstellung

von Branntweinen, Weinessig, Grünspan etc. Die ausgelaugten Trestern dienen als Viehfutter. Verkohlt liefern sie Rebenschwarz für Druckerschwärze, verbrannt Pottasche.

2. Die Traubenkerne enthalten 10 bis 11 % fettes Oel (Traubenkernöl) und werden hierauf zuweilen verarbeitet.

3. Das Weingeläger, d. h. die beim Gähren und Lagern abgeschiedenen Krusten von Weinstein mit schlammiger Hefe und Eiweissstoffen, liefert bei der Destillation Drusenbranntwein, welcher das Drusenöl (Wein-, Cognacöl) enthält. Weiterhin wird es auf Weinsäure verarbeitet. In Burgund trocknet und verbrennt man es, wobei die pottaschehaltige Drusenasche erhalten wird. Beim Verkohlen gewinnt man ebenfalls Rebenschwarz, das auch aus

4. Stielen und Kernen in entsprechender Weise erhalten wird.

Konserviren des Weins.

Am zweckmässigsten wird die Haltbarkeit des Weines durch Erhitzen auf 60°, das Pasteurisiren, erhöht; solcher Wein kann weithin exportirt und lange Zeit gelagert werden, ohne dass die oben beschriebenen Weinkrankheiten eintreten. Die Qualität des Weines wird hierbei nicht oder verschwindend wenig verändert und das Reifen beschleunigt. Sowohl Flaschen- als auch Fasswein lässt sich pasteurisiren: letzteren lässt man hierbei durch Schlangenröhren laufen, die in heissem Wasser liegen, und kühlt ihn dann schnell wieder ab.

Sehr wichtig ist für die Haltbarkeit des Weins das Schwefeln der Fässer; in denselben wird vor dem Einfüllen des Weines etwas Schwefel verbrannt oder man schwenkt sie mit einer Lösung eines sauren schwefligsauren Salzes aus. Der eingefüllte Wein soll jedoch erst nach Verdunsten der Säure, resp. Oxydation zu Schwefelsäure zur Konsumtion gelangen.

Weniger empfehlenswerth ist ein Zusatz von Salicylsäure zum Wein; ein solcher ist in Frankreich verboten. In Mengen von 5 bis 10 g auf 1 hl macht Salicylsäure den Wein sehr haltbar, ohne anscheinend gesundheitsschädlich zu wirken.

Eigenschaften. Die charakteristischen Bestandtheile des Weins sind:

1. Alkohol. Wenn der Zucker des Mostes vollkommen vergohren ist, so ist der Wein ein trockener; wenn dagegen wegen Mangel an hefebildenden Stoffen oder zu niedriger Temperatur die Gährung nicht zu Ende kam oder wenn, wie es häufiger der Fall ist, dem Wein Zucker zugesetzt ist, so heisst er süsser Wein und bei dicksaftiger Beschaffenheit Likörwein. Der Gehalt an Alkohol beträgt im Durchschnitt bei

geringen Landweinen 6 bis 9 %,
reinen Naturweinen 9 bis 12 %, selten über 17 %,
südländischen Exportweinen 20 bis 24 %.

2. Die Extraktstoffe (Trockenrückstand) betragen etwa 1,8 bis 2 %.

Zucker ist nur in den süssen Weinen (Tokayer, Malaga, Champagner etc.) enthalten. Von freien Säuren (Wein-, Apfel-, Gerb-, Essig-, Bernsteinsäure etc.) sind ca. 0,5 bis 1 % vorhanden; von Mineralstoffen (Kalisalze etc.) ca. 0,2 %.

Farbstoffe sind zumal im Rothwein enthalten, hellrother Wein wird Schiller genannt, röthlicher Bleichert. Die Natur des Oenocyanin benannten Farbstoffes, der aus der äusseren Beerenschaale [1]) stammt, ist nicht näher bekannt;

---

[1]) Nur in der Färbertraube ist der Farbstoff im Traubenfleisch enthalten; aus ihr wird Roussillon bereitet.

er ähnelt dem Lackmus. Künstlich werden Weine durch Malven- oder Heidelbeersaft roth gefärbt, auch durch Theerfarbstoffe. Die Farbstoffe des weissen Weines sind oxydirte Extraktstoffe.

Ein an Alkohol und Extraktivstoffen reicher Wein hat Körper.

3. Bouquetstoffe geben dem Wein sein geschätztes Aroma (Blume). Nur selten sind sie, wie beim Muskateller etc., schon in der Traube vorgebildet oder entstehen durch Pilzvegetation (Edelfäule); zum grössten Theil werden sie erst bei der Gährung gebildet (Weinfuselöle). Sie bestehen vorzugsweise aus höhern Alkoholen und Estern; beispielsweise enthalten 100 l eines aus reinen Weinen destillirten Cognacs

Normalbutylalkohol	218,6	Ester homologe Säure	7
Amylalkohol	83,8	Acetaldehyd	3
Normalpropylalkohol	40	Heptylalkohol	1,5
Essigsäureäthylester	35	Hexylalkohol	0,5
Acetal	35	Aminbasen	4

Qualität und Quantität der Weinfuselöle ist ganz von dem Gährungsverlauf und der Lagerzeit des Weines abhängig.

Die Zusammensetzung mitteldeutscher Traubenweine ist folgende:

	Mittel	Maximum	Minimum
Alkohol	8,98	10,39	6,42
Extrakt	2,47	3,30	1,86
Freie Säure . . .	0,65	1,01	0,48
Mineralstoffe . . .	0,23	0,35	0,15
Glycerin	0,96	1,34	0,60
Schwefelsäure . . .	0,035	0,082	0,006
Phosphorsäure . .	0,042	0,065	0,023
Kalk	0,010	0,021	0,006
Kali	0,091	0,125	0,056
Magnesia	0,016	0,021	0,012

Die folgenden Tabellen zeigen die Zusammensetzung von deutschen, französischen, süssen, italienischen, amerikanischen und Schaumweinen.

Deutsche Weine.

Name	Spezifisches Gewicht	Alkohol %	Extrakt %	Freie Säure (als Weinsteinsäure) %	Asche %	Phosphorsäure %
Rheinweine: Rüdesheimer	0,9960	9,30	1,97	0,50	0,20	0,020
Rauenthaler . . .	0,9960	9,25	2,10	0,54	0,19	0,023
Johannisberger . . .	0,9958	8,60	2,20	0,52	0,19	0,023
Hochheimer	0,9935	8,00	1,50	0,72	0,16	—
Niersteiner	0,9956	7,54	1,75	0,62	0,18	0,012
Moselweine: Brauneberger . . .	—	—	2,60	—	0,18	0,041
Pisporter	—	—	2,40	—	0,15	0,038
Zeltinger	—	—	2,40	—	0,16	0,039
Hessische Weine: Bodenheimer . .	0,9930	7,54	1,25	0,63	0,14	—
Laubenheimer . .	0,9934	6,83	1,00	0,60	0,10	
Liebfrauenmilch .	0,9940	8,00	1,96	0,62	0,20	—
Pfälzische Weine: Deidesheimer . .	0,9968	9,60	2,12	0,50	0,18	—
Oppenheimer . .	0,9935	8,87	1,50	0,60	0,16	—
Wachenheimer .	0,9954	8,65	1,72	0,65	0,17	
Fränkische Weine: weisse	0,9943	6,65	1,20	0,60	—	0,015
rothe	0,9932	8,00	1,50	0,47	0,20	—

Französische Weine.

Name	Alkohol	Extrakt bei 100°	Extrakt im Vakuum	Asche	Weinstein	Zucker (als Glukose)	Schwefligsaures Kali	Säure (als H_2SO_4 berechnet)
	Vol	g in 1 l	g in 1 l	g in 1 l	g in 1 l	g in 1 l	g in 1 l	g in 1 l
Bordeaux-Weine:								
St. Estèphe 1878 . .	11,1	22,4	28,3	2,20	1,31	1,50	0,49	2,96
Médoc 1880	10,3	19,0	23,7	2,05	1,42	0,9	0,76	3,96
Latour 1878	9,5	17,0	22,8	2,14	2,07	1,1	0,50	4,06
Château Margaux 1878	10,2	23,6	—	—	—	1,5	0,48	—
Larose 1877	11,2	23,0	30,1	2,34	2,44	1,3	0,63	—
(weiss) Sauterne 1880	10,4	16,0	—	—	—	3,6	0,53	—
Burgunder Weine:								
Chambertin 1882 . .	11,5	23,3	29,5	1,77	3,57	1,4	0,55	—
(weiss) Chablis 1878 .	11,0	16,7	—	—	—	0.6	0,38	
Niederburgunder:								
das Mittel von 7 Analysen	7,8	20,2	—	—	—	1,2	0,37	—
Oberburgunder:								
das Mittel von 25 Analysen	9,1	20,7	—	—	—	1,1	0,48	—

Süsse Weine.

Name	Spezifisches Gewicht	Alkohol-Gewicht	Extrakt	Zucker	Weinsteinsäure	Glycerin	Eiweisskörper	Asche	Phosphorsäure	Schwefelsäure
Tokayer, 1868	1,0879	9,80	26,36	22,11	0,509	0,212	0,427	0,343	0,050	0,061
Tokayer Ausbruch, 1866	1,0588	10.29	18,34	14,99	0,517	0,234	0,389	0,300	0,074	0,022
Ruster Ausbruch, 1872 .	1,0849	8.96	23,64	21,74	0.512	0,162	0,231	0,409	0,057	0,035
Malaga, 1872	1,0691	13,23	21,23	16,57	0,416	0,248	0,217	0,239	0,042	0.026
Muskatwein, 1872 . . .	1,0574	10,02	16.91	15,52	0,555	0,298	0,151	0,312	0,036	0,073
Portwein (weiss), 1860 .	1.0126	16,28	8,83	4,88	0,538	0,168	0,094	0.208	0,035	0,039
Portwein (roth), 1865 . .	1,0125	17,93	8,83	6,42	0,451	0,145	0,200	0,236	0,032	0,019
Marsala (Ingham) . . .	0,9966	16,73	4.94	3,48	0.396	0,298	0,150	0,270	0,024	0,087
Marsala (Woodhouse) . .	1,0111	15,52	5,45	3,78	0,470	0,457	0,231	0,418	0,024	0,155
Madeira, 1868	1,0018	15,34	5,33	3,39	0,489	0,291	0,144	0,376	0,082	0,081
Sherry, 1870	0,9952	18,66	3,78	1,88	0,438	0,506	0,200	0,483	0.032	0,184
Sherry, Amontillado, 1870	0,9924	16.34	2,68	0,52	0.490	0,560	0,200	0,650	0,038	0,268
Samos-Wein, 1872 . . .	1,0519	10,97	14,46	11.82	0.502	—	0,237	0,563	0,058	0,044

Italienische Weine (Ch. Z. 1891. 16).

	Spez. Gew. des Weines, 15° C.	Spez. Gew. des entgeisteten Weines, 15° C.	Spez. Gew. des Destillates, 15,5° C.	Polarisation in 200 mm (Wild)
1. Castelli Romani bianco	0,9950	1,0094	0,9852	± 0
2. Lacrima Christi bianco	0,9919	1,0087	0,9828	− 0,16
3. Marca Italia [1])	0,9961	1,0114	0,9839	+ 0,19
4. Vino da Pasto Nr. 1 [1])	0,9951	1,0098	0,9845	− 0,09
5. Vino da Pasto Nr. 3 [1])	0,9946	1,0101	0,9841	− 0,25
6. Vino da Pasto Nr. 4 [1])	0,9950	1,0106	0,9841	− 0,27
7. Barolo vecchio [1])	0,9950	1,0106	0,9835	± 0
8. Barolo extra [1])	0,9948	1,0100	0,9842	− 0,12
9. Falerno [1])	0,9952	1,0124	0,9824	− 0,21
10. Chianti extra vecchio [1])	0,9947	1,0086	0,9856	± 0
11. Castelli Romani rosso [1])	0,9943	1,0097	0,9840	± 0
12. Lacrima Christi rosso [1])	0,9939	1,0104	0,9829	± 0
13. Malvasia	1,0492	1,0698	0,9797	14,44
14. Marsala	1,0046	1,0246	0,9795	− 2,24
15. Marsala vecchio	1,0048	1,0258	0,9788	− 2,26
16. Marsala extra	1,0076	1,0288	0,9785	− 2,28
17. Moscato	1,0495	1,0650	0,9838	− 8,80
18. Amarena [1])	1,0644	1,0792	0,9843	− 15,64
19. Vino dolce bianco	1,0376	1,0576	0,9795	− 5,80

100 ccm Wein enthalten (in Grammen):

	Alkohol Gewichtsproz.	Extrakt berechnet	Extrakt gefunden	Gesammtsäure berechnet als Weinsäure	Flüchtige Säure berechnet als Essigsäure	Fixe Säuren berechnet als Weinsäure	Traubenzucker [2]	Glycerin	Gerbstoff und Farbstoff	Mineralbestandtheile [3])
1. Castelli Rom. bianco	9,21	–	2,47	0,65	0,11	0,51	–	1,02	0,1188	0,247
2. Lacrima Chr. bianco	11,00	–	2,26	0,63	0,14	0,45	–	0,91	0,0510	0,250
3. Marca Italia [1])	10,15	–	3,04	0,63	0,19	0,39	–	0,92	0,2378	0,364
4. Vino da Pasto Nr. 1 [1])	9,71	—	2,62	0,62	0,15	0,43	–	0,92	0,2073	0,283
5. Vino da Pasto Nr. 3 [1])	10,00	—	2,65	0,63	0,19	0,39	–	0,94	0,2148	0,295
6. Vino da Pasto Nr. 4 [1])	10,00		2,66	0,62	0,13	0,46		0,93	0,2558	0,261
7. Barolo vecchio [1])	10,46	—	2,75	0,90	0,07	0,81	—	1,02	0,1846	0,213
8. Barolo extra [1])	9,93	—	2,58	0,72	0,11	0,59	—	0,86	0,2028	0,229
9. Falerno [1])	11,31	—	3,12	0,66	0,19	0,42	0,44	1,20	0,2530	0,336
10. Chianti extra vecc. [1])	8,93		2,28	0,60	0,14	0,43	—	0,86	0,2666	0,242
11. Castelli Rom. rosso [1])	10,08	—	2,57	0,58	0,14	0,41	0,28	1,03	0,1828	0,272
12. Lacrima Chr. rosso [1])	10,92	-	2,64	0,64	0,17	0,42	—	1,07	0,2008	0,286
13. Malvasia	13,46	18,65	18,53	0,55	0,15	0,36	10,09	—	—	0,406
14. Marsala	13,54	6,50	6,15	0,54	0,14	0,36	2,93	—	—	0,361
15. Marsala vecchio	14,09	6,83	6,60	0,60	0,14	0,42	3,26	—	—	0,315
16. Marsala extra	14,36	7,65	7,35	0,63	0,13	0,46	3,85	—	—	0,341
17. Moscato	10,23	17,31	17,40	0,60	0,16	0,40	12,98	—	—	0,345
18. Amarena [1])	9,86	21,03	21,30	0,84	0,16	0,66	15,88	—	-	0,294
19. Vino dolce bianco	13,54	15,36	15,19	0,44	0,13	0,28	11,25	—		0,325

[1]) Fremde Farbstoffe sind nicht vorhanden. — [2]) Rohrzucker nicht vorhanden. — [3]) Die Aschen reagiren alkalisch.

Die italienischen Weine enthalten im Gramm:

	Schwefelsäure		Phosphorsäure		Chlor		Eisenoxyd		Der Schwefelsäure entsprechen im Liter Gramme K_2SO_4
	im Liter	in Proz. der Asche	im Liter	in Proz. der Asche	im Liter	in Proz. der Asche	im Liter	in Proz. der Asche	
1. Castelli Rom. bianco .	0,0559	22,63	0,0342	13,84	0,0042	1,70	0,0039	1,58	1,217
2. Lacrima Chr. bianco .	0,0764	30,56	0,0109	4,36	0,0031	1,24	0,0017	0,68	1,664
3. Marca Italia [1]) . . .	0,0498	13,68	0,0262	7,20	0,0104	2,86	0,0021	0,58	1,084
4. Vino da Pasto Nr. 1 [1])	0,0344	12,15	0,0218	7,70	0,0136	4,80	0,0014	0,49	0,759
5. Vino da Pasto Nr. 3 [1])	0,0358	12,13	0,0211	7,15	0,0164	5,56	0,0015	0,51	0,779
6. Vino da Pasto Nr. 4 [1])	0,0372	14,26	0,0270	10,34	0,0052	2,00	0,0017	0,73	0,811
7. Barolo vecchio [1]) . .	0,0372	17,46	0,0164	7,70	0,0023	1,08	0,0017	0,80	0,811
8. Barolo extra [1]) . . .	0,0463	20,22	0,0332	14,50	0,0023	1,00	0,0016	0,70	1,008
9. Falerno [1])	0,0427	12,70	0,0214	6,37	0,0234	6,96	0,0015	0,45	0,930
10. Chianti extra vecc.[1]) .	0,0218	9,00	0,0207	8,55	0,0061	2,52	0,0011	0,45	0,476
11. Castelli Rom. rosso [1])	0,0330	12,13	0,0265	9,37	0,0098	3,60	0,0013	0,48	0,718
12. Lacrima Chr. rosso [1])	0,0446	15,59	0,0241	8,42	0,0106	3,71	0,0014	0,50	0,972
13. Malvasia	0,0501	12,34	0,0620	15,27	0,0248	6,11	0,0013	0,32	1,092
14. Marsala	0,0788	21,83	0,0247	6,84	0,0106	2,94	0,0012	0,33	1,717
15. Marsala vecchio . .	0,0740	23,50	0,0239	7,59	0,0099	3,14	0,0011	0,35	1,612
16. Marsala extra . .	0,0792	23,22	0,0261	7,65	0,0106	3,11	0,0020	0,59	1,724
17. Moscato	0,0662	19,19	0,0433	12,55	0,0156	4,52	0,0013	0,39	1,441
18. Amarena [1])	0,0679	23,10	0,0527	17,92	0,0035	1,19	0,0013	0,44	1,479
19. Vino dolce bianco . .	0,0634	19,50	0,0187	5,75	0,0082	2,52	0,0008	0,23	1,380

[1]) Fremde Farbstoffe nicht nachweisbar.

Amerikanische Weine.

Name	Spezifisches Gewicht	Alkoholisches Gewicht	Alkohol-Volumen	Extrakt	Asche	Glukose	Gesamtsäure als Weinsteinsäure	Säuren als Weinsteinsäure	Säure als Essigsäure
Rothe Trockenbeerweine (Ausbruch):									
Concord, Virginia, 1879	0,9953	8,83	11,08	2,10	0,174	Spuren	0,709	0,452	0,206
Sonoma, Red Mission, California, 1879 . .	0,9968	7,99	10,03	2,42	0,428	Keime	0,722	0,301	0,337
Concord Bouquet, New Jersey	0.9928	9,84	12,31	2,18	0.141	0,71	0,741	0,272	0,375
Weisse Trockenbeerweine (Ausbr.):									
Brocton Catawba, New York	0,9890	12,28	15,30	2,09	0,121	—	0,542	0,470	0,068
Ohio Catawba, Ohio .	0,9892	10,25	12,77	1,63	0,113	Spuren	0,728	0,424	0,243
Delaware, Virgin., 1880	0,9932	9,35	11,70	1,88	0,255	„	0,562	0,332	0,184
White Zinfandel, Calif.	0,9911	9,52	11,26	1,47	0,139	„	0,590	0,227	0,290
Gutedel, California .	0,9920	9,36	11,70	1,58	0,196	„	0,726	0,212	0,411
Süsse Weine:									
Brocton Port, New York	1,0508	10,00	13,24	17,04	0,139	11,80	0,828	0,600	0,182
Speer's Sherry, New Jers.	0,9949	17,62	22,09	4,89	0,219	3,33	0,476	0,271	0,164
Sweet Catawba, Bass Island, Ohio . . .	1,0338	11,68	15,21	14,49	0,152	11,00	0,595	0,296	0,239
Sweet Delaware, 1879	1,0320	8,73	11,35	12,07	0.118	10,27	0,799	0,355	0,355

Schaumweine.

	Spez. Gew.	Freie Säure %	Alkohol %	Zucker %	Extrakt %
[illegible]	1,036	5,3	8,4	8,2	11,7
Von Oppmann, Würzburg, für Indien bestimmt	1,029	5,9	9,5	4,3	7,5
Von Oppmann, Würzburg, für Deutschland	1,039	7,6	8,7	7,9	10,2
Von Silligmüller, Würzburg	1,046	7,8	8,4	9,1	12,0
Von Soutane & Co., Reims	1,360	6,2	9,8	7,5	11,6
Von einer rheinischen Fabrik [1])	1,042	5,6	8,4	5,4	15,2
Schaarzberger (Mosel) von 1861, der viermal die Linie passirte [2])	1,025	5,5	8,84	4,6	7,48
Von rheinischen Häusern (Koblenz)	1,035	7,4	9,41	7,81	10,43
Von rheinischen Häusern (Koblenz)	1,034	7,0	8,84	9,43	13,0
Von einer Pester Fabrik	1,053	5,7	9,36	8,7	13,4
Von einer Wiener Fabrik	1,037	6,5	8,90	8,2	12,5
Von einer Rheingauer Fabrik für England	1,029	5,4	8,72	7,65	10,77
Champagner, Carte blanche	1,0433	5,8	9,51	11,53	13,96
Schaum-Rheinwein	1,0374	5,7	9,80	8,49	10,88

[1]) Dieselbe soll angeblich einen Theil des Zuckers durch Glycerin ersetzen. — [2]) Der Kohlensäuredruck betrug nur 2,75 Atm.

Untersuchung. 1. Das spezifische Gewicht des Weins wird mittelst des Pyknometers oder der Westphal'schen Waage ermittelt.

2. Der Alkoholgehalt [1]) wird nach der Destillationsmethode bestimmt.

3. Zur Extraktbestimmung werden 10 bis 50 ccm Wein bis zur Gewichtskonstanz eingedampft. Auf indirektem Wege ergibt sich die Extraktmenge bei bekanntem spezifischen Gewicht des Weins und des Destillats aus einer von Schulze aufgestellten Tabelle.

4. Der Zuckergehalt wird in dem entfärbten Wein durch Polarisation resp. Reduktion mit Fehling'scher Lösung bestimmt.

5. Die Säure wird mit Normalnatron titrirt. Essigsäure ergibt sich durch Differenz, wenn der Wein durch starkes Eindampfen von Essigsäure befreit ist und dann wieder titrirt wird. Weinstein wird durch Aether-Alkohol abgeschieden.

6. Glycerin wird aus dem unter Zusatz von Kalk nahezu zur Trockne gedampften Wein mit Alkohol extrahirt; nach dem Abdestilliren des Alkohols trocknet man bei 95°, bis Gewichtskonstanz eintritt. Auch mittelst des Refraktomers wird der Glyceringehalt ermittelt (Skalweit).

7. Ueber Farbstoffnachweis vergl. Böckmann (l. c.).

Für die Beurtheilung von Wein hat die vom Kaiserlichen Gesundheitsamte einberufene Kommission zur Vereinbarung einheitlicher Weinuntersuchungsmethoden u. A. folgende Anhaltspunkte aufgestellt: 1. Weine, welche lediglich aus reinem Traubensafte bereitet sind, enthalten an Extrakt über 1,5 g in 100 ccm. 2. Nach Abzug der „nichtflüchtigen Säuren" beträgt der Extraktrest bei Naturweinen mindestens 1,1 g in 100 ccm; nach Abzug der „freien Säuren" mindestens 1,0 g. 3. Ein Wein, der erheblich mehr als 10 % der Extraktmenge an Mineralstoffen ergibt, muss entsprechend mehr Extrakt enthalten, wie sonst als Minimalgehalt angenommen wird. 4. Die Menge der freien Weinsäure beträgt nicht mehr als ein Sechstel der gesammten „nichtflüchtigen Säuren". 5. Das Verhältniss zwischen Weingeist und Glycerin kann zwischen 100 : 7 und 100 : 14 schwanken. Bei Süssweinen sind diese Verhältnisse nicht immer massgebend. 6. Weine, welche weniger als 0,14 g Mineralstoffe in 100 ccm enthalten, sind zu beanstanden. 7. Weine, welche mehr als 0,05 % Kochsalz in 100 ccm enthalten, sind zu beanstanden. 8. Weine, welche mehr als 0,092 g Schwefelsäure ent-

[1]) Die Weinbestandtheile werden in Gramm auf 100 ccm Wein angegeben.

sprechend 0,20 g Kaliumsulfat in 100 ccm enthalten, und als solche zu bezeichnen, welche durch Verwendung von Gyps oder auf andere Weise zu reich an Schwefelsäure geworden sind.

Noch ist zu bemerken, dass ein mit Schwefliger Säure, Salicylsäure oder künstlichen Farbstoffen versetzter Wein zu beanstanden ist; ebenso solcher, der gewässert, gesprittet, gegypst oder scheelisirt ist.

Obstwein.

Aus dem ausgepressten Saft des Kern-, Stein- oder Beerenobstes lässt sich ein wohlschmeckender und haltbarer Wein gewinnen.

In Süddeutschland und in Nordfrankreich wird besonders viel Apfelwein, in England viel Stachelbeer- und Johannisbeerwein bereitet.

Apfel- und Birnenwein (Cider) unterscheidet sich vom Traubenwein hauptsächlich durch den Mangel an Weinsäure und durch grösseren Kalkgehalt; durch Zusatz von Weinsäure oder säurereichem Traubenwein kann dem Apfelwein ein Geschmack ertheilt werden, der sich nur wenig von dem des Traubenweins unterscheidet.

Apfelwein ist alkoholreicher als Birnenwein und hält sich daher länger; häufig werden aber Aepfel und Birnen zusammen verarbeitet. Es ist überhaupt vortheilhafter, saure, süsse und bittere Früchte zu mischen, da nur wenige Sorten allein einen wohlschmeckenden, klaren und haltbaren Wein liefern.

Im Allgemeinen gibt das Herbstobst haltbarere und würzigere Weine als das Frühobst. Obstsorten von geringer Haltbarkeit verarbeitet man am besten kurz vor der vollständigen Fleischreife; dauerhafte und spätreifende Sorten sollen erst noch einige Wochen an trockenen, luftigen Orten lagern und nachreifen, ehe sie verwendet werden. Dabei ist das Obst, besonders die Birnen, vor dem Teigig- und Mehligwerden zu schützen.

Die Gewinnung des Obstsaftes. Vor dem Zerkleinern des Obstes entfernt man alle unreifen[1]), wurmstichigen und faulen Früchte und wäscht das Obst. Das Zerkleinern erfolgt je nach der Grösse des Betriebes in Reibmaschinen oder Obstmühlen in der Art, dass selbst die Kerne und Schalen zerquetscht werden. Zur Erleichterung des Mahlens setzt man gewöhnlich der Masse (Tross) etwas Wasser hinzu und bewirkt damit gleichzeitig eine bessere Lösung aller Bestandtheile. Nach dem Zerquetschen lässt man die Masse gewöhnlich in einem Bottich einige Zeit stehen und rührt dann und wann um, um die Gährung zu regeln. Während des Stehens und Umrührens kommt die vorhandene Stärke mit den Säuren in Berührung und wird zum Theil in Zucker verwandelt; und der Most nimmt alle aromatischen Bestandtheile aus den Kernen und Schalen auf. Die Dauer des Stehenlassens (12 bis 36 Stunden) richtet sich nach dem Reifegrad des Obstes und der Temperatur; im Allgemeinen lässt man um so kürzere Zeit stehen, je reifer das Obst war, damit keine Essigbildung eintritt. Der Gebrauch von Fässern oder Bottichen mit Senkböden verhütet die üblen Folgen des zu langen Stehenlassens und kann selbst das Keltern unnöthig machen.

Das Auspressen der Masse erfolgt durch Keltern, in welche die Masse in Säcken oder Presstüchern gebracht wird. Beim Keltern ist nicht der zuerst ablaufende Saft der beste, sondern der bei mässigem Druck gewonnene. Bei stärkerem Pressen läuft der herbere Saft ab, welcher den Wein wohl haltbarer, aber weniger lieblich macht. Nach dem Abpressen wird der Tross noch einmal gemahlen und gepresst. Die Rückstände lässt man dann in einem Bottich 12 bis 24 Stunden mit Wasser ausziehen, presst sie wieder aus und fügt den Saft zu dem erst erhaltenen hinzu.

Einen aromatischen und schönfarbigen Wein liefert auch die Deplacement-Methode. Hierbei wird der Saft von den festen Bestandtheilen in folgender Weise geschieden: Man bringt die zerquetschte Masse in einen Bottich, der einen Senkboden und eine mit hölzernem Zapfen verschlossene Oeffnung besitzt. Vor der Oeffnung liegt reines Stroh, um ein Verstopfen zu verhüten. Nach ungefähr

---

[1]) Aus dem Most unreifer Früchte lässt sich ein gutes, haltbares Getränk bereiten, wenn man dem ohne Wasserzusatz erhaltenen Saft auf 1 hl 8 kg Rohrzucker und 1 l reinen Weingeist hinzufügt.

12 Stunden lässt man den Saft abfliessen, steckt den Zapfen wieder ein, feuchtet die Trester mit Wasser an und zieht nach einiger Zeit wieder ab. Gewöhnlich wiederholt man das Abziehen dreimal, verwendet aber zum dritten Aufguss die vorher abgezogene Flüssigkeit. — Man kann auch den Most (Vorlauf) gesondert auffangen, den Rückstand auf die Presse bringen und zur Gewinnung von gutem Haustrank vergähren lassen.

Die Mostausbeute ist je nach der Obstsorte, der Reife und dem Wasserzusatz sehr verschieden. Im Allgemeinen rechnet man 12 hl Obst auf 280 l Most. Bei starkem Druck gewinnt man 30 bis 35 % vom Gewicht des Obstes an Wein, während man mit der Deplacement-Methode 60 % erzielen kann.

Die Obsttrester sind als Viehfutter, Düngemittel oder Brennmaterial zu verwerthen.

Die Gährung und Behandlung des Obstweines. Sollte der ausgepresste Saft sehr trübe sein, so lässt man ihn 1 bis 2 Tage zum Abklären stehen; der klare Saft wird sogleich auf die Gährfässer gefüllt. Nöthigenfalls wird der Most vor der Gährung durch Zusatz von Weinstein, Rohrzucker und Weingeist verbessert. Die Gährung verläuft bei 12 bis 16° in derselben Weise wie bei den Traubenweinen. Tritt die Gährung nicht ein, so wird etwas Weinhefe zugesetzt. Lässt man den Most über Trestern von schwarzen Trauben vergähren, welche noch Weinsäure und Gerbsäure enthalten, so nimmt er eine schöne, hellrothe Farbe und weinartigen Geschmack an. Der Obstwein klärt sich auch leichter und schneller, wenn man auf 1 hl gährenden Most einige Kilogramm Traubenbeeren zusetzt.

Die Gährung ist meist 4 bis 6 Wochen nach dem Abpressen beendet; die Flüssigkeit erscheint ziemlich klar und wird in leicht geschwefelte Fässer abgelassen, die immer möglichst voll zu halten sind, da Obstwein leichter als Traubenwein verdirbt.

Das Schönen, Klären, Filtriren etc. wird in derselben Weise wie beim Traubenwein ausgeführt.

Die Haltbarkeit des Apfelweins ist sehr verschieden; gewöhnlich beträgt sie 3 bis 4 Jahre. Bei sorgfältiger Behandlung soll sich Apfelwein in der Normandie 15 bis 20 Jahre gehalten haben. Vergohrener Obstsaft ist auch zur Darstellung von Schaumweinen geeignet.

Aus den meisten Stein- und Beerenobstarten lassen sich Weine herstellen. Sauerkirschen oder Weichseln, sowie Aprikosen geben vorzügliche Fruchtweine. Zwetschen werden nur bei sehr reicher Ernte zur Weinbereitung verwendet. Am vortheilhaftesten sind wohl Stachelbeer- und Johannisbeerweine, die bei richtiger Darstellung ebensogut wie manche theure Südweine schmecken.

Zur Bereitung von Johannisbeerwein lässt man die bei trockenem Wetter gesammelten Früchte 3 bis 4 Tage liegen, ehe die Beeren von den Kämmen entfernt und gestampft werden. Für leichten Wein rechnet man auf 30 bis 45 kg Beeren 100 l Wasser und 18 kg Rohrzucker. Einen starken und sehr wohlschmeckenden Johannisbeerwein gewinnt man aus 5 kg rothen und weissen Johannisbeeren, 10 l Wasser und 4 bis 5 kg Zucker [1]).

Zur Darstellung des in England sehr beliebten Stachelbeerweins werden 20 kg zerquetschte Beeren mit 18 l Wasser angerührt; die Maische wird ausgepresst und die Trester nochmals mit 5 l Wasser angefeuchtet und wieder ausgepresst. Dann setzt man 15 kg Zucker hinzu und verdünnt mit Wasser auf 52 l. Nachdem in einem lose bedeckten Bottich die Gährung in 1 bis 2 Tagen eingeleitet ist, lässt man auf Fässern bei 15° weiter gähren und behandelt den Wein wie Traubenwein.

Die Zusammensetzung reiner Obstweine zeigt nachstehende Tabelle (die Bestandtheile sind in Gramm auf 100 ccm klarer Flüssigkeit zu verstehen):

[1]) Bei der Verarbeitung des Obstes richtet sich der Zusatz von Wasser und Zucker nach dem Säuregehalt. Die angegebenen Zahlen sind daher nur als annähernde zu betrachten. Die Obstweine werden um so besser, je ähnlicher im gährenden Most das Verhältniss von Säure zu Zucker demjenigen in guten Traubenmosten ist.

	Apfelmost	Apfelwein
Alkohol		5,80
Extrakt . . .	16,25	2,36
Asche . . .	0,35	0,31
Apfelsäure . .	0,33	0,31
Essigsäure . .	—	0,080
Zucker . . .	12,50	0,750
Pektinstoff . .	0,62	Spuren
Kalk	0,025	0,024
Magnesia	0,018	0,018
Kali	0,106	0,105
Phosphorsäure .	0,024	0,022
Schwefelsäure .	0,009	0,680
Glycerin	--	0,680

	Johannisbeerwein			Stachelbeerwein
	Weisser	Rother A	Rother B	
Alkohol . .	11,74	9,95	9,37	12,30
Asche . .	0,29	0,21	0,39	0,21
Säure . . .	1,01	0,92	1,09	0,95
Zucker .	8,37	9,09	16,88	1,89
Glycerin . .	0,23	0,40	0,20	0,46
Restextrakt .	2,46	1,90	3,12	1,59

Wirthschaftliches. Der Weinbau Deutschlands hat mehr in qualitativer als in quantitativer Beziehung Bedeutung; nur in Elsass-Lothringen ist die Produktion eine grosse, doch steht der Wein dem in Rheinpreussen, Rheinhessen und der bayrischen Pfalz gewonnenen nach. Insbesondere ist es die Rieslingrebe, der die deutschen Weine ihren hohen Werth verdanken, weiterhin die ausgezeichnete Sorgfalt, mit welcher Weinkultur und Kellerwirthschaft betrieben werden.

Die Gesammtfläche der Weinberge hat sich nur wenig verändert: von 133 842 ha im Jahr 1878 auf 134 618 im Jahr 1883. Den Umfang der im Ertrag stehenden Weinberge und deren Ertrag zeigt folgende Tabelle (Neumann-Spallart S. 342).

Jahr	Im Ertrag stehende Weinberge ha	Einheits- Ertrag hl	Gesammt Ertrag hl
1880	115 640	4,50	523 560
1881	118 609	22,50	2 673 515
1882	118 675	13,46	1 596 854
1883	120 037	23,40	2 809 481
1884	119 974	24,79	2 973 916
1885	120 485	30,94	3 727 366
1886	120 301	12,50	1 503 072
1887	120 210	19,90	2 392 042
1888	120 588	23,70	2 859 998
1889	120 935	16,70	2 021 569
1890	120 300	24,70	2 974 593
1891	119 294	6,30	748 462

Der Weinhandel der letzten Jahre kennzeichnet sich durch wachsende Einfuhr:

Jahr	Einfuhr: Wein, Cider und künstlich bereitete Getränke — in Fässern		in Flaschen		Ausfuhr: Wein — in Flaschen, mit Einschluss von Schaumwein		Wein und Most in Fässern	
	t	1000 M.	t	1000 M.	t	1000 M.	t	1000 M.
1880	43 763	24 069	3 657	7 465	6 814	8 634	9 770	5 862
1881	44 747	26 848	3 803	7 918	6 497	8 238	10 711	6 641
1882	50 954	29 553	3 874	8 547	6 217	9 812	10 457	7 843
1883	52 211	30 803	3 947	8 701	6 289	9 916	12 463	9 347
1884	53 746	33 321	4 690	10 494	6 410	10 137	10 678	8 009
1885	54 103	29 755	3 320	7 303	5 800	9 311	14 478	10 858
1886	53 525	29 438	2 334	4 456	5 851	9 411	20 128	15 096
1887	55 551	27 776	2 319	4 315	6 271	10 030	11 241	8 431
1888	65 063	31 230	2 320	4 258	5 913	9 422	11 974	8 980
1889	71 787	43 069	2 779	5 149	6 257	9 723	9 429	7 072
1890	70 806	37 845	2 915	5 746	6 827	9 975	12 545	8 048
1891	69 719	39 931	3 165	6 953	7 417	10 838	11 740	8 670

Einfuhr in den freien Verkehr des deutschen Zollgebiets und Ausfuhr aus demselben im Jahre 1891 von resp. nach:

	Wein und Most in Fässern		Wein in Flaschen[1]
	Einfuhr	Ausfuhr	Ausfuhr
Belgien	407	929	206
Dänemark	6	85	23
Frankreich	32 151	1 175	127
Grossbritannien, Gibraltar, Malta und Cypern	578	707	1 649
Italien	9 933	24	18
Niederlande	913	725	573
Norwegen und Schweden	1	236	255
Oesterreich-Ungarn	12 014	180	172
Portugal und Spanien	11 175	5	16
Rumänien	12	2	6
Russland	11	424	61
Schweiz	526	2 022	99
Brasilien	12	44	53
Vereinigte Staaten von Amerika	248	4 896	1 842
Britisch-Ostindien etc.	3	5	61
Australien	15	2	21
Allen übrigen Ländern, den Freihäfen und Zollausschlüssen	1 704	278	469
Summe	69 712	11 740	5 651
Werth in 1000 M.	39 929	8 670	8 665

[1]) Ausser Schaumwein.

Trotzdem in Frankreich neuerdings die Ernte um fast 50% zurückgegangen ist, hat sein Weinbau die grösste Bedeutung. Durch die Phylloxera und Krankheiten (mildew, red black) sind grosse Verheerungen angerichtet worden, so dass beispielsweise die Gironde statt 5 900 000 hl im Jahre 1890 nur 1 600 000 hl lieferte.

Die officielle Statistik liefert folgende Ausweise (Neumann-Spallart S. 327):

Weinproduktion Frankreichs.

Zehnjähriger Durchschnitt	Ausdehnung des Weinbaues ha	Ertrag per ha hl	Ertrag überhaupt hl	Mittl. Preis an Ort und Stelle per hl Frc.	Beil. Werth einer durchschnittlichen Weinernte Mill. Frcs.
1850 bis 1859	2 174 460	13,90	30 190 600	21,0	635,3
1860 bis 1869	2 306 294	21,80	50 242 857	28,2	1416,9
1870 bis 1879	2 364 175	22,40	52 935 956	28,4	1503,5
1880 bis 1889	2 052 897	16,31	33 499 782	37,4	1252,9
Einzelne Jahrgänge					
1885	1 971 282	16,18	31 481 124	39,87	1255,3
1886	1 907 550	16,24	30 386 234	40,29	1224,5
1887	1 919 878	13,61	25 365 441	35,98	912,7
1888	1 838 360	16,67	30 654 153	30,41	932,2
1889	1 836 831	13,08	24 031 771	31,55	758,3
1890	1 816 544	15,09	27 416 327	36,00	988,8
1891	1 763 374	17,00	30 139 000	33,50	1009,0

Kunstweine werden in grossem Massstab dargestellt, indem man Korinthen (getrocknete Weintrauben aus Samos, Korinth etc.) in warmem Wasser zur Gährung bringt oder die Trester 2- bis 3mal auslaugt und dann unter Zusatz von Spiritus vergähren lässt.

4000 kg Korinthen sollen 14 000 kg frischen Trauben entsprechen (vergl. Boussingault, Bl. du Min. de l'agriculture **1886**. 151).

Die Produktion der Weinsurrogate ist nach den offiziellen Quellen folgende:

Jahr	1000 hl aus getrockneten Trauben	1000 hl aus Trestern	Jahr	1000 hl aus getrockneten Trauben	1000 hl aus Trestern
1880	2320	2130	1886	2812	2688
1881	2500	1700	1887	2618	2936
1882	2500	1700	1888	2220	2388
1883	2681	1049	1889	1826	1479
1884	1630	1255	1890	4293	1947
1885	2254	1733	1891	1704	1883

Den Umschwung im französischen Weinhandel seit 1880 zeigt folgende Tabelle:

Im Jahresdurchschnitt	Einfuhr hl	Ausfuhr hl	Mehrausfuhr hl	Mehr-Einfuhr hl
1870 bis 1871	425 549	3 365 829	2 940 280	—
1875 bis 1879	1 243 317	3 201 029	1 957 712	—
1880 bis 1884	7 941 347	2 538 198	—	5 403 149
Im Jahre:				
1885	8 183 665	2 502 776	—	5 580 889
1886	11 010 895	2 709 253	—	8 301 642

Im Jahres-durchschnitt	Einfuhr hl	Ausfuhr hl	Mehrausfuhr hl	Mehr-Einfuhr hl
1887	12 282 286	2 402 216	—	9 880 076
1888	12 064 273	2 117 988	—	9 946 285
1889	10 474 862	2 117 803	—	8 357 059
1890	10 830 000	2 162 000	—	8 668 000
1891 (11 Monate)	10 828 000	1 871 000	—	8 957 000

Die eingeführten Weine waren allerdings weniger werthvoll als die ausgeführten, so dass der Unterschied zwischen Ausfuhr- und Einfuhrwerth verhältnissmässig geringer als bei den Mengen ist.

Der grösste Weinproduzent ist zur Zeit Italien (Neumann-Spallart S. 332) mit einer Anbaufläche von 3 166 718 ha und Ernte von 36 760 035 hl (im Mittel der Jahre 1878/83). Im Jahre 1891 wurden 35 000 000 hl geerntet. Am meisten ist die Kultur im Süden verbreitet, insbesondere in Sizilien (Marsala, Malvasier etc.), ferner in Toskana, Piemont, Venetien etc. Eine mangelhafte Kellerbehandlung der Weine giebt ihnen zum Theil nur einen geringen Marktwerth.

Bedeutend ist der Export, der indessen seit 1888 in Folge des Zollkrieges mit Frankreich zurückgegangen ist.

Der Ueberschuss der Ausfuhr über die Einfuhr war:

Jahre	In Gebinden hl	In Flaschen hl	Jahre	In Gebinden hl	In Flaschen hl
1886	2 077 602	1 948 000	1889	1 394 624	2 819 700
1887	3 449 584	1 738 200	1890	889 847	2 916 600
1888	1 764 787	2 518 000	1891	1 150 045	1 856 600

Der deutsch-italienische Weinhandel hat während der letzten Jahre sich folgendermassen gestaltet:

Aus Italien gingen nach Deutschland:

		1886	1887	1888	1889
im Fass	hl	67 319	92 385	97 209	137 813
in Flaschen . .	Stück	23 800	34 600	49 600	—

Aus Deutschland gingen nach Italien:

		1886	1887	1888
im Fass	hl	1 296	291	1 048
in Flaschen	Stück	11 400	15 700	30 900

Unter den von Deutschland nach Italien gelieferten Flaschenweinen nehmen die Schaumweine vom Rhein und aus Württemberg eine hervorragende Stelle ein.

In Oesterreich-Ungarn werden werthvolle Weinsorten jährlich für den Export verfügbar; die Kellerwirthschaft wird indessen nicht in der Vervollkommnung wie in Frankreich und Deutschland betrieben. Produzirt wurde im Durchschnitt 1881/90: 7 067 087 hl auf eine Weinbaufläche von 578 628 ha; hiervon kommen 353 173 ha auf Ungarn. Der Werth einer Ernte wird im Mittel auf 90 000 000 fl. geschätzt.

Die Mehrausfuhr ist in den letzten Jahren stark zurückgegangen und betrug:

Jahre	Meterzentner	1000 fl. ö. W.	Jahre	Meterzentner	1000 fl. ö. W.
1880	872 929	14 303	1888	1 002 070	20 159
1882	371 018	7 641	1889	820 319	16 997
1884	411 262	9 649	1890	647 458	13 651
1886	773 325	16 357	1891	339 465	6 990

Der **Konsum** betrug im Durchschnitt der Jahre 1880/91 7 500 000 hl.

Zur Orientirung über Produktion und Konsum des Weines dienen folgende Angaben (Neumann-Spallart S. 356 ff.):

Weinproduktion.

Länder	1886 bis 1890 durchschnittlich hl	1890 hl
Europa:		
Italien	31 363 877	29 456 809
Spanien 1890	29 875 620	29 875 620
Frankreich	27 570 785	27 416 327
Oesterreich-Ungarn	9 570 025	8 340 854
Portugal 1890 circa	6 000 000	6 000 000
Russland circa	2 458 000	3 356 670
Deutsches Reich	2 350 255	2 974 593
Bulgarien	3 400 000	2 911 184
Griechenland	2 584 500	2 500 000
Türkei circa	2 500 000	2 500 000
Rumänien circa	1 850 000	1 850 000
Schweiz circa	1 382 000	1 133 000
Serbien 1889	832 338	832 338
Belgien 1880	1 500	1 500
I. Zusammen in diesen Staaten	121 738 900	119 148 895
Aussereuropäische Länder:		
Algier	2 311 288	2 844 130
Argentinien circa	1 500 000	1 500 000
Vereinigte Staaten von Nordamerika	1 013 729	905 036
Chile circa	724 000	724 000
Kap-Kolonie (1888 bis 1890)	241 190	212 487
Australien	133 930	181 010
Peru circa	100 000	100 000
Tunis (1888 bis 1890)	33 343	53 000
Brasilien circa	4 000	4 000
II. Diese aussereuropäischen Gebiete	6 061 480	6 523 663
I. und II. zusammen	127 800 380	125 672 558

Weinkonsum.

Länder	überhaupt hl	Liter per Kopf	Länder	überhaupt hl	Liter per Kopf
Spanien	20 195 474	115,0	Deutsches Reich	2 832 112	5,7
Griechenland	2 394 478	109,5	Bosnien und Herzegowina	62 000	4,6
Bulgarien	2 286 300	104.2	Russland	3 443 551	3,3
Portugal	4 499 533	95,6	Belgien	198 173	3,2
Italien	28 710 958	95,2	Niederlande	99 491	2.2
Frankreich	36 090 801	94.4	Grossbritannien	628 895	1.7
Schweiz	1 773 212	60,7	Dänemark	26 890	1,2
Rumänien	2 397 769	51,6	Norwegen	17 210	0.6
Cypern	106 344	50,8	Schweden	23 740	0,5
Oesterreich-Ungarn	9 134 000	22,1	Serbien	757 671	0,4
Türkei	1 135 647	20.3			

Deutschland erhebt zwar einen nach der Qualität einigermassen abgestuften Zoll auf Wein; dagegen unterliegt der im Inlande gebaute Wein keinerlei Reichssteuer. Vielmehr ist die Besteuerung des Weins der Landesgesetzgebung vorbehalten, welcher der Zollvereinsvertrag vom 8. Juli 1867 eine Höchstgrenze von etwa 11 M. auf 1 hl bei Bemessung der Abgabe nach dem Werthe, von 6 M. auf 1 hl bei Besteuerung ohne Rücksicht auf den Werth, sowie von 20 % Zuschlag für Kommunalzwecke gezogen hat. Auf Grund dieser Bestimmung erheben Württemberg, Baden, Hessen und Elsass-Lothringen Steuern vom inländischen Wein in sehr verschiedener Gestalt und Höhe. Ebenso werden auch ausserhalb dieser Länder, namentlich im Regierungsbezirk Wiesbaden, Gemeindesteuern vom Wein erhoben.

Gesetzliche Bestimmungen über Weinfälschung.

I. Deutschland. Das Reichsgesetz, betreffend den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken, vom 20. April 1892 bestimmt u. A. folgendes:

§ 1. Die nachbenannten Stoffe, nämlich: lösliche Aluminiumsalze (Alaun u. dergl.), Baryumverbindungen, Borsäure, Glycerin, Kermesbeeren, Magnesiumverbindungen, Salicylsäure, unreiner (freien Amylalkohol enthaltender) Sprit, unreiner (nicht technisch reiner) Stärkezucker, Strontiumverbindungen, Theerfarbstoffe oder Gemische, welche einen dieser Stoffe enthalten, dürfen Wein, weinhaltigen oder weinähnlichen Getränken, welche bestimmt sind, Anderen als Nahrungs- oder Genussmittel zu dienen, bei oder nach der Herstellung nicht zugesetzt werden.

§ 2. Wein, weinhaltige und weinähnliche Getränke, welchen, den Vorschriften des § 1 zuwider, einer der dort bezeichneten Stoffe zugesetzt ist, dürfen weder feilgehalten, noch verkauft werden.

Dasselbe gilt für Rothwein, dessen Gehalt an Schwefelsäure in 1 l Flüssigkeit mehr beträgt, als sich in 2 g neutralen schwefelsauren Kaliums vorfindet. Diese Bestimmung findet jedoch auf solche Rothweine nicht Anwendung, welche als Dessertweine (Süd-, Süssweine) ausländischen Ursprungs in den Verkehr kommen.

§ 3. Als Verfälschung oder Nachmachung des Weines im Sinne des § 10 des Gesetzes, betreffend den Verkehr mit Nahrungsmitteln, Genussmitteln und Gebrauchsgegenständen, vom 14. Mai 1879 ist nicht anzusehen:

1. die anerkannte Kellerbehandlung einschliesslich der Haltbarmachung des Weines, auch wenn dabei Alkohol oder geringe Mengen von mechanisch wirkenden Klärungsmitteln (Eiweiss, Gelatine, Hausenblase u. dergl.), von Kochsalz, Tannin, Kohlensäure, Schwefliger Säure oder daraus entstandener Schwefelsäure in den Wein gelangen; jedoch darf die Menge des zugesetzten Alkohols bei Weinen, welche als deutsche in den Verkehr kommen, nicht mehr als 1 Raumtheil auf 100 Raumtheile Wein betragen;

2. die Vermischung (Verschnitt) von Wein mit Wein;

3. die Entsäuerung mittelst reinen gefällten kohlensauren Kalks;

4. der Zusatz von technisch reinem Rohr-, Rüben- oder Invertzucker, technisch reinem Stärkezucker, auch in wässeriger Lösung; jedoch darf durch den Zusatz wässeriger Zuckerlösung der Gehalt des Weines an Extraktstoffen und Mineralbestandtheilen nicht unter die bei ungezuckertem Wein des Weinbaugebiets, dem der Wein nach seiner Benennung entsprechen soll, in der Regel beobachteten Grenzen herabgesetzt werden [1]).

§ 4. Als Verfälschung des Weines im Sinne des § 10 des Gesetzes vom 14. Mai 1879 ist insbesondere anzusehen die Herstellung von Wein unter Verwendung.

1. eines Aufgusses von Zuckerwasser auf ganz oder theilweise ausgepreste Trauben;

---

[1] Durch Ausführungsbestimmung vom 29. April 1892 ist festgestellt:
Bei Wein, welcher nach seiner Benennung einem inländischen Weinbaugebiet entsprechen soll, darf durch den Zusatz wässeriger Zuckerlösung
a) der Gesammtgehalt an Extraktstoffen nicht unter 1,5 g, der nach Abzug der nicht flüchtigen Säuren verbleibende Extraktgehalt nicht unter 1 g.
b) der Gehalt an Mineralbestandtheilen nicht unter 0,14 g
in einer Menge von 100 ccm Wein herabgesetzt werden.

2. eines Aufgusses von Zuckerwasser auf Weinhefe:

3. von Rosinen, Korinthen, Saccharin oder anderen als den im § 3 Nr, 4 bezeichneten Süssstoffen, jedoch unbeschadet der Bestimmung im Absatz 3 dieses Paragraphen.

4. von Säuren oder säurehaltigen Körpern oder von Bouquetstoffen;

5. von Gummi oder anderen Körpern, durch welche der Extraktgehalt erhöht wird, jedoch unbeschadet der Bestimmungen im § 3 Nr. 1 und 4.

Die unter Anwendung eines der vorbezeichneten Verfahren hergestellten Getränke oder Mischungen derselben mit Wein dürfen nur unter einer ihre Beschaffenheit erkennbar machenden oder einer anderweiten, sie von Wein unterscheidenden Bezeichnung (Tresterwein, Hefenwein, Rosinenwein, Kunstwein o. dergl.) feilgehalten oder verkauft werden. Der blosse Zusatz von Rosinen zu Most oder Wein gilt nicht als Verfälschung bei Herstellung von solchen Weinen, welche als Dessertweine (Süd-, Süssweine) ausländischen Ursprungs in den Verkehr kommen.

§ 5. Die Vorschriften in den §§ 3 und 4 finden auf Schaumwein nicht Anwendung.

§ 6. Die Verwendung von Saccharin und ähnlichen Süssstoffen bei der Herstellung von Schaumwein oder Obstwein einschliesslich Beerenobstwein ist als Verfälschung im Sinne des § 10 des Gesetzes vom 14. Mai 1879 anzusehen.

§ 7. Mit Gefängniss bis zu sechs Monaten und mit Geldstrafe bis zu eintausendfünfhundert Mark oder mit einer dieser Strafen wird bestraft:

1. wer den Vorschriften der §§ 1 oder 2 vorsätzlich zuwiderhandelt;

2. wer wissentlich Wein, welcher einen Zusatz der im § 3 Nr. 4 bezeichneten Art erhalten hat, unter Bezeichnungen feilhält oder verkauft, welche die Annahme hervorzurufen geeignet sind, dass ein derartiger Zusatz nicht gemacht ist.

II. Gesetzgebung des Auslandes. 1. Eine umfassende Regelung des Verkehrs mit Wein ist seither nur in Frankreich zur Durchführung gelangt. Neben den allgemeinen strafrechtlichen Vorschriften über die Fälschung von Nahrungsmitteln, enthalten in dem Gesetz vom 27. März 1851, betreffend die Bekämpfung von Unredlichkeiten beim Verkauf von Waaren, kommen vornehmlich die Gesetze vom 14. August 1889 (sogen. Loi Griffe) und vom 11. Juni 1891 (sogen. Loi Brousse) in Betracht. Danach darf unter der Bezeichnung „Wein" nur das Produkt der Gährung frischer Weintrauben verkauft oder feilgehalten werden. Die Gährungsprodukte von Trestern frischer Trauben mit Wasser, sei es mit oder ohne Zusatz von Zucker, sowie von Rosinen mit Wasser müssen im Verkehr als „Tresterwein" (vin de marc) oder „Zuckerwein" (vin de sucre) bezw. als „Rosinenwein" (vin de raisins secs) bezeichnet werden, ebenso jedes Gemisch eines solchen Erzeugnisses mit Wein. Fässer und Behältnisse, welche derartige Getränke enthalten, sollen entsprechende Aufschriften tragen; für Bücher, Rechnungen, Frachtbriefe etc. über dieselben ist die Anwendung der nämlichen Bezeichnungen vorgeschrieben. Der Zusatz gewisser Stoffe (Gährungs- oder Destillationserzeugnisse aus Feigen, Johannisbrot, Mowrablumen, Glockenblumen, Reis, Gerste oder anderen zuckerhaltigen Stoffen, ferner Farbstoffe, Schwefel-, Salpeter-, Salz-, Salicyl-, Borsäure etc.) zum Wein, gezuckerten Wein, Tresterwein oder Rosinenwein gilt als Verfälschung dieser Getränke. Für gegypsten Wein ist eine Maximalgrenze des Gehaltes an Kalium- oder Natriumsulfat vorgesehen, sowie eine bestimmte Aufschrift der Fässer etc. und der Gebrauch entsprechender Bezeichnungen in den Rechnungen angeordnet. Ferner sind durch das Gesetz vom 26. Juli 1890 spezielle Vorschriften über die Fabrikation und Besteuerung des Rosinenweines erlassen. Die Herstellung solchen Weines für den Handel darf nur nach Lösung eines alljährlich zu erneuernden Erlaubnissscheines betrieben werden und unterliegt einer besonderen Abgabe, sowie einer strengen Kontrole bezüglich des verwendeten Rohmaterials und der hergestellten Waare. Für letztere ist ausserdem eine nach dem Alkoholgehalt abgestufte Steuer zu entrichten. Auf der anderen Seite geniesst der zur Verzuckerung von Wein, Cider und Birnenmost verwendete Zucker eine Steuerermässigung. Die Menge desselben ist sehr beträchtlich; im Jahre 1890 betrug sie 33 000 000 kg, womit im Ganzen 962 000 hl Wein, 1 866 000 hl Tresterwein und 90 000 hl Obstwein gezuckert wurden.

2. In Oesterreich darf nach einem Gesetz vom 21. Juni 1880 die Herstellung weinähnlicher Getränke (Kunstwein) nur als erwerb- und einkommensteuerpflichtiges Gewerbe betrieben werden. Dasselbe gilt von der Erzeugung von Getränken aus Traubensaft durch Beimischung anderer Stoffe, sofern letztere nicht lediglich zur Verbesserung des Weines dienen, sondern eine Vermehrung der

Menge zur Folge haben. Getränke der vorbezeichneten Art unterliegen derselben Vergährungssteuer wie der Wein. Die Verwendung von Stärkezucker bei der Herstellung dieser Getränke ist verboten; letztere dürfen unter einer für Wein üblichen Bezeichnung nicht in den Verkehr gebracht werden. Nach der zu dem Gesetz ergangenen Ausführungsverordnung finden die Bestimmungen derselben insbesondere auf den gallisirten und petiotisirten Wein Anwendung. Der Betrieb [illegible] Gewerbes ist von polizeilicher Genehmigung abhängig, welche erst ertheilt wird, nachdem das beabsichtigte Verfahren zur Herstellung des Kunstweines etc. vom Bewerber dargelegt und von der Behörde in sanitätspolizeilicher Hinsicht als unbedenklich befunden worden ist. Die Betriebsstätte ist der sanitätspolizeilichen Aufsicht stets zugänglich zu halten. Als für Wein übliche Bezeichnungen sind auch solche anzusehen, welche ganz allgemein gehalten sind (z. B. Tischwein oder Bezeichnung nach der Jahreszahl), oder welche die Herkunft des Getränks (z. B. Gebirgswein) oder eine bestimmte Qualität (Schiller, Rothwein) angeben sollen.

3. Für Ungarn sind spezielle Vorschriften über den Verkehr mit Wein seither nicht erlassen; verschiedene von der Regierung aufgestellte Gesetzentwürfe sind unerledigt geblieben.

4. In Italien unterliegt der Wein den allgemeinen, die Getränke und Nahrungsmittel betreffenden Vorschriften des Gesetzes über die Gesundheitspflege und den öffentlichen Gesundheitsdienst vom 22. Dezember 1888. In einem zu diesem Gesetz ergangenen Reglement, welches für die Ausarbeitung der örtlichen Gesundheitsreglements als Anleitung dienen soll, ist unter Anderem gesagt, dass Wein, welcher durch gewisse Krankheiten (Sauer-, Bitter-, Kahmigwerden) verändert ist, oder welcher mehr Sulfate enthält, als einem Gehalt an schwefelsaurem Kali von 2 g auf den Liter entspricht, nicht verkauft werden darf, und dass der Zusatz gewisser Stoffe (lösliche Baryum-, Magnesium-, Aluminium-, Bleisalze, Glycerin, Salicylsäure, Schwefelsäure, unreiner Aethylalkohol, Stärkezucker, Saccharin, künstliche Farbstoffe) zum Wein zu verbieten ist. Bezüglich des Alkoholzusatzes ist durch Verordnung vom 15. Juni 1890 bestimmt, dass bei der Ausfuhr von Wein für den zur Alkoholisirung desselben verwendeten Sprit die Steuerrückvergütung nur dann erfolgt, wenn der Sprit nicht mehr als zwei Tausendtheile an Verunreinigungen enthält.

5. In der Schweiz, wo die Gesetzgebung auf dem Gebiete des Nahrungsmittelverkehrs nicht zur Zuständigkeit der Bundesgewalt gehört, sind für verschiedene Kantone Verordnungen über den Verkehr mit Wein erlassen worden. In diesen Verordnungen ist unter Anderem bestimmt, dass als „Wein" nur das aus dem Safte frischer Trauben ohne jeden Zusatz durch alkoholische Gährung bereitete Getränk zu betrachten ist. Sind dem Traubensafte irgend welche Zusätze beigemischt, so darf das betreffende Getränk nur unter einer der Herstellungsweise entsprechenden Bezeichnung verkauft werden (Bern, Glarus, Neuenburg, Wallis, Zürich). Dies gilt namentlich auch von gallisirten, chaptalisirten und petiotisirten Weinen, von Tresterwein und von dem aus Rosinen hergestellten Wein. Die Natur des Getränkes muss in der Rechnung angegeben werden; Gastwirthe müssen die Natur der von ihnen verschänkten Getränke in ihrem Lokal an einem sichtbaren Platze anschlagen (Neuenburg). Zur Klärung und Haltbarmachung des Weines dürfen nur unschädliche Stoffe verwendet werden (Bern, Zürich); die Verwendung von Alaun, Metallsalzen, Salicylsäure, Borsäure, Borax u. dergl. ist verboten (Bern). Der Zusatz fremder Farbstoffe zum Rothwein ist untersagt (Bern, Zürich). Zum Schwefeln der Fässer darf nur arsenfreier Schwefel verwendet werden (Bern). Gegypste Weine dürfen nicht mehr als 2 g schwefelsaures Kalium im Liter enthalten (Bern, Glarus, Luzern, Zürich). Auf Verlangen muss der Verkäufer dem Käufer angeben, ob der Wein rein oder koupirt ist. Die Gefässe, in welchen Kunstwein verkauft oder versandt wird, müssen an in die Augen fallender Stelle die richtige Bezeichnung des Inhalts tragen (Zürich).

6. In Spanien (Real orden vom 23. Februar 1860) ist zur Eröffnung von Betrieben, welche die Verbesserung, Nachahmung oder künstliche Herstellung von Wein zum Zwecke haben, vorherige Erlaubniss der Behörde erforderlich. Stoffe, die nicht als völlig unschädlich für die menschliche Gesundheit zu betrachten sind, dürfen zur Herstellung von Kunstweinen nicht verwendet werden. Mit diesen Einschränkungen ist die Vermehrung oder Verbesserung von Landweinen, die Nachahmung von Weinen anerkannten Rufes, sowie die Herstellung von Kunstweinen ohne Gährung gestattet. Bei den Ankündigungen solcher Getränke und auf den Gefässen sind die Stoffe, aus welchen der Wein etc. gewonnen ist, sowie bei Kunst-

wein die Art der Herstellung angegeben. Die fraglichen Betriebe unterliegen einer vierteljährlichen Revision durch Sachverständige auf Kosten des Eigenthümers.

Nach einem Erlass vom 30. Januar 1888 gilt Wein, welcher einen der nachbezeichneten Stoffe enthält, als verfälscht, nämlich: Unreinen Industrie-Alkohol, Salicylsäure und ähnliche antiseptische Stoffe, fremde Farbstoffe, künstliche Glukose, Stärkezucker, aus Most gewonnenen Zucker, Glycerin. Weinanalysen sollen in möglichst grossem Umfang ausgeführt werden, namentlich bezüglich solcher Weine, welche in besonderen Betrieben hergestellt werden, oder welche zum Export oder zum Verkauf in den Weinschänken bestimmt sind.

7. In Belgien unterliegt der Wein den allgemeinen Vorschriften über die Verfälschung der Nahrungsmittel. Die Verwendung von Saccharin zur Versüssung von Getränken, einschliesslich des Weines, begründet die Verpflichtung, alle Behältnisse, in denen solche Getränke in den Verkehr gebracht werden, mit der Aufschrift „saccharinhaltig“ zu versehen. Auch in den Rechnungen, Frachtbriefen etc. müssen die betreffenden Waaren als saccharinhaltig bezeichnet werden. Die Verwendung gesundheitsschädlicher Farben zur Herstellung von Nahrungsmitteln ist verboten. (Aus der Textausgabe des Gesetzes, betreffend den Verkehr mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken, vom 20. April 1892. Berlin 1892.)

Literatur: Babo, Handbuch des Weinbaues und der Kellerwirthschaft (Berlin 1892); Dahlen, Die Weinbereitung (Braunschweig 1882); Barth, Die Weinanalyse (Hamburg und Leipzig 1889); Nessler, Der Wein, seine Bestandtheile, Behandlung u. s. w. (4. Aufl. Chemnitz 1894).

— ⁂ —

Register.

A.

B.

C.

D.

E.

G.

H.

I.

J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Q.

R.

S.

T.

U.

V.

W.

